

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-015817

(43)Date of publication of application : 19.01.2001

(51)Int.Cl.

H01L 33/00  
H01S 5/022

(21)Application number : 2000-106037

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRONICS INDUSTRY CORP

(22)Date of filing : 07.04.2000

(72)Inventor : INOUE TOMIO  
MAEDA TOSHIHIDE  
OBARA KUNHIKO

(30)Priority

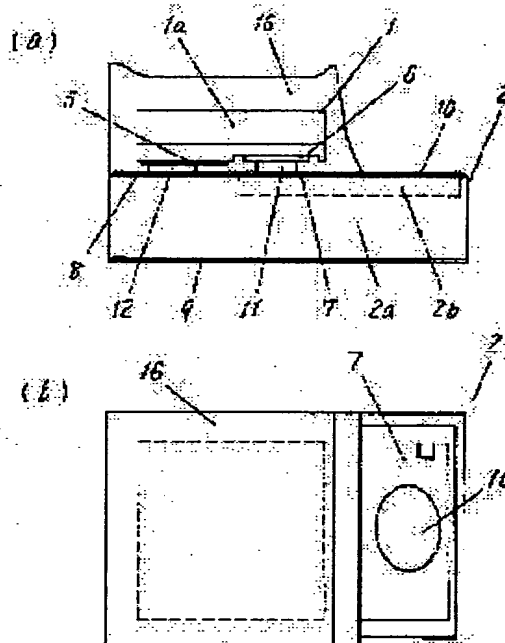
Priority number : 11117643 Priority date : 26.04.1999 Priority country : JP

## (54) COMPOUND LIGHT-EMITTING ELEMENT, LIGHT-EMITTING DIODE AND MANUFACTURE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compound light-emitting element of a constitution, wherein the layer thickness of a resin containing a fluorescent material, for making a wavelength conversion of light from the main light-extraction surface of a flip-chip light-emitting element into a wavelength conversion of white light is optimized and the pure white light is obtained, and to provide a light-emitting device and the manufacturing method of the device.

SOLUTION: A flip-chip light-emitting element 1 conductively mounted on a submount element 2 is provided, the periphery of the element 1 is covered with a first resin 16 containing a fluorescent material for making a wavelength conversion of light from this element 1 using the element 2 as a substrate. Other of the main light-extraction surface of the upper surface of a transparent substrate 1a of the element 1 and the shell surface (top panel) of the resin 16 or both of the main light-extraction surface and the shell surface (top panel) is or are provided in parallel to the rear electrode formation surface of the element 2, the film thickness of the resin 16 on the main light-extraction surface is uniformly formed, and light from the entire main light-extraction surface of the element 1 is evenly made a wavelength conversion to enable an emission having not a color shading.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3399440

[Date of registration] 21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The light emitting device by which an n electrode and p electrode linked to a n-type-semiconductor layer and a p-type semiconductor layer were formed in the undersurface while having carried out the laminating of a n-type-semiconductor layer and the p-type semiconductor layer on the light-transmission nature substrate, turning the aforementioned light-transmission nature substrate to the upper surface and making this into the main light ejection side. It is the sub mounting element through which one electrode has a bonding pad field among the above 1st and the 2nd counterelectrode, and the electrode of another side has flowed in the aforementioned rear-face electrode while carrying the aforementioned semiconductor light emitting device, having a rear-face electrode in a field opposite to the 1st and 2nd counterelectrodes on it and the field which counters and the above 1st and the 2nd counterelectrode carrying out flow junction through the micro bump at the aforementioned n electrode and p electrode, respectively. The 1st resin containing the fluorescent substance which changes the luminescence wavelength of the aforementioned light emitting device into other wavelength, or the filter matter which absorbs a part of luminescence wavelength of the aforementioned light emitting device. It is the compound light emitting device equipped with the above, and both the 1st both [ either or ] of an outline side (top panel) of the above which were applied on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the aforementioned light emitting device and this field is characterized by being almost parallel to the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element used as a saucer.

[Claim 2] It is the compound light emitting device characterized by the 1st resin of the above containing the aforementioned fluorescent substance at 50 - 90% of the weight of a rate to the resin of light-transmission nature in a compound light emitting device according to claim 1.

[Claim 3] The compound light emitting device characterized by thickness t of the 1st resin of the above on the main light ejection side of the aforementioned light emitting device being almost fixed, and the range of it being  $20 \text{ micrometer} \leq t \leq 110 \text{ micrometer}$  in a compound light emitting device according to claim 2.

[Claim 4] The compound light emitting device characterized by the thickness from the main light ejection side and the side of the aforementioned light emitting device of the 1st resin of the above being almost uniform, and the range of the thickness t being  $20 \text{ micrometer} \leq t \leq 110 \text{ micrometer}$  in a compound light emitting device according to claim 2.

[Claim 5] In a compound light emitting device according to claim 1, 2, 3, or 4 the aforementioned light emitting device It is the GaN system compound semiconductor light emitting device which has the GaN system compound semiconductor layer formed on the substrate of light-transmission nature, and this substrate. the aforementioned sub mounting element The compound light emitting device characterized by being Si diode of the horizontal type in which the 2nd counterelectrode which carries out an ohmic contact at the 1st counterelectrode and p type semiconductor layer which carry out an ohmic contact to a n-type-semiconductor layer and it near [ one ] a field, and it was formed.

[Claim 6] In a compound light emitting device according to claim 1, 2, 3, or 4 the aforementioned light emitting device It is the GaN system compound semiconductor light emitting device which has the GaN system compound semiconductor layer formed on the substrate of light-transmission nature, and this substrate. The compound light emitting device characterized by the aforementioned sub mounting element being an auxiliary element of Conductivity Si formed so that one side may be in an insulating state to the front face of a conductive substrate among the 1st counterelectrode and the 2nd counterelectrode and another side might be in switch-on.

[Claim 7] Are luminescence equipment using the compound light emitting device given in claims 1-6, and turn the rear-face electrode of the sub mounting element of the aforementioned compound light emitting device in a leadframe or the mounting section of a printed-circuit board down, and it carries through a conductive paste. Luminescence equipment characterized by closing the point of the aforementioned leadframe which connects the bonding pad field of the aforementioned sub mounting element, and an external lead through a wire, and contains the aforementioned compound light emitting device, or the upper surface of a printed-circuit board by the 2nd resin of light-transmission nature.

[Claim 8] The manufacture method of the luminescence equipment according to claim 7 characterized by providing the following. The process which forms a micro bump on n electrode of the aforementioned light emitting device and p electrode or the 1st counterelectrode of the aforementioned sub mounting element, and the 2nd counterelectrode. The process which connects electrically inter-electrode [ which the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element counter ] through the aforementioned micro bump. The process which applies the 1st resin of the above by using the aforementioned sub mounting element as a saucer so that the aforementioned light emitting device may be covered.

[Claim 9] The manufacture method of the luminescence equipment according to claim 8 characterized by providing the following. The process which forms a stud bump as the aforementioned micro bump on p electrode of the aforementioned light emitting device and n electrode or the 1st counterelectrode of the aforementioned sub mounting element, and the 2nd counterelectrode. The process which connects electrically through the aforementioned micro bump in inter-electrode [ which counters ] while placing the aforementioned sub mounting element of a wafer state downward, turn an electrode forming face of the aforementioned light emitting device down, and align and carry out on the 1st counterelectrode which the aforementioned sub mounting element counters in n electrode and p electrode of the aforementioned light emitting device, and the 2nd counterelectrode, and contact the aforementioned micro bump, weld and fixing the

the aforementioned light emitting device on the aforementioned sub mounting element. The process which applies and hardens the 1st resin of the above by using the sub mounting element of the aforementioned wafer state as a saucer so that the aforementioned light emitting device may be covered. The process which divides the aforementioned wafer with which the compound light emitting device of the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element covered with the 1st resin of the above was formed per chip. The process fixed while the rear-face electrode of the aforementioned sub mounting element is turned down, the chip-sized aforementioned compound light emitting device is carried at the mounting sections, such as a leadframe or a printed-circuit board, and electrical installation is taken through a conductive paste. The process which connects between the lead sections, such as a bonding pad field of the aforementioned sub mounting element, the aforementioned leadframe, or a printed-circuit board, with a wire.

[Claim 10] The manufacture method of luminescence equipment equipped with the polish process for making parallel both the main light ejection side of the aforementioned light emitting device, and outline both [either or] of the 1st resin of the above (top panel) which were applied on it with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element in the manufacture method of luminescence equipment according to claim 8.

[Claim 11] The manufacture method of the luminescence equipment according to claim 10 characterized by providing the following. The process which forms a stud bump as the aforementioned micro bump on an electrode of the aforementioned light emitting device and p electrode, or the 1st counterelectrode of the aforementioned sub mounting element of a wafer state, and the 2nd counterelectrode. The process which connects electrically through the aforementioned micro bump in the electrode [which counters] while place the aforementioned sub mounting element of a wafer state downward, turn an electrode forming face for the aforementioned light emitting device down, and alignment carries out on the 1st counterelectrode which the aforementioned sub mounting element counters in an electrode and p electrode of the aforementioned light emitting device, and the 2nd counterelectrode, and contact the aforementioned micro bump, weld and fix the aforementioned light emitting device on the aforementioned sub mounting element. The process ground so that the main light ejection side of the aforementioned light emitting device carried on the sub mounting element of the aforementioned wafer state may be parallel mostly with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element. The process which applies and hardens the 1st resin of the above by using the sub mounting element of the aforementioned wafer state as a saucer so that the aforementioned light emitting device may be covered. The process ground so that the outline side on the aforementioned main light ejection side of the 1st resin of the above formed on the sub mounting element of the aforementioned wafer state (top panel) may be parallel mostly with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element. The process which divides the aforementioned wafer with which the compound light emitting device of the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element covered with the 1st resin of the above was formed per chip. The process fixed while the rear-face electrode of the aforementioned sub mounting element is turned down, the chip-sized aforementioned compound light emitting device is carried at the mounting sections, such as a leadframe or a printed-circuit board, and electrical installation is taken through a conductive paste. The process which connects between the lead sections, such as a bonding pad field of the aforementioned sub mounting element, the aforementioned leadframe, or a printed-circuit board, with a wire.

[Claim 12] The manufacture method of the luminescence equipment equipped only with either between the two aforementioned polish processes in the manufacture method of luminescence equipment according to claim 11.

[Claim 13] It is the manufacture method of the luminescence equipment characterized by forming the aforementioned micro bump of a plating process in the manufacture method of luminescence equipment according to claim 9, 11, or 12.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the compound light emitting device which has a resin containing the filter matter which absorbs a part of fluorescent substance which changes into other wavelength than luminescence wavelength of light emitting devices which consist of semiconductor films formed on the light-transmission natural substrate, such as light emitting diode and luminescence laser diode, and this light emitting device, or luminescence wavelength, luminescence equipment, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technology which carries out wavelength conversion of the luminescence wavelength using a fluorescent substance is considerably known from before. For example, a fluorescent substance is applied to the internal surface of the glass of a neon tube, and what changed orange luminescence into green light, the thing which mixes a fluorescent substance in a mould resin by the light emitting diode (it is hereafter described as Light Emitting Diode) of infrared light luminescence of GaAs, and changes infrared light into green light are known well. Recently, the white Light Emitting Diode lamp which uses a fluorescent substance for the GaN system compound semiconductor light emitting device (it is hereafter described as a GaN-Light Emitting Diode element) of blue luminescence, and is made to emit light white is produced commercially. Drawing 12 (a) and (b) are the plan of the GaN-Light Emitting Diode element currently used for the white Light Emitting Diode lamp, and a C-C line cross section. Drawing 13 is the cross section of the conventional white Light Emitting Diode lamp currently produced commercially. This GaN-Light Emitting Diode element 60 has the quantum well structure where the laminating of the GaN buffer layer 62, the n type GaN layer 63, the n type AlGaIn layer 64, the SQW layer 65 of InGaIn and the p type AlGaIn layer 66, and the p type GaN layer 67 was carried out to order on the upper surface of silicon on sapphire 61. On the upper surface of the n [in / the lower-berth section / it is formed stair-like and] type GaN layer 63 which the upper surface of the n type GaN layer 63 becomes from the lower-berth section and the upper case section, the n electrode 68 which consists of Ti and Au is formed. Moreover, the laminating of the above-mentioned n type AlGaIn layer 64, the SQW layer 65 of InGaIn, the p type AlGaIn layer 66, and the p type GaN layer 67 is carried out to order on the upper surface of the n type GaN layer 63 in the upper case section. And the transparent electrode 69 for current diffusion which consists of nickel and Au is formed in the upper surface of the p type GaN layer 67, and the p electrode 70 is further formed on it. Except for the portion of a bonding pad, the overcoat of the upper surface of the GaN-Light Emitting Diode element 60 whole is carried out by the protective coat 71. Since this GaN-Light Emitting Diode element 60 is constituted using insulating silicon on sapphire 61, both two electrodes are formed in the upper surface side of silicon on sapphire 61. And dice bond of this GaN-Light Emitting Diode element 60 is carried out to the die pad at the nose of cam of leadframe 80a through the insulating adhesives 81. The n electrode 68 of the GaN-Light Emitting Diode element 60 is connected to leadframe 80a through Au wire 82a, and the p electrode 70 is connected to leadframe 80b through Au wire 82b. And inside light reflex cup 80c, it filled up with the 1st resin 83, the GaN-Light Emitting Diode element 60 is covered, and the fluorescent substance 84 which changes the luminescence wavelength of the GaN-Light Emitting Diode element 60 into other wavelength contains to the 1st resin 83. And the mould of the part for the point of the leadframes 80a and 80b which carry the GaN-Light Emitting Diode element 60 is carried out by the 2nd resin (epoxy resin) 85 of a translucency, and the white Light Emitting Diode lamp is constituted.

[0003] Moreover, in the case of the white chip Light Emitting Diode (not shown), the GaN-Light Emitting Diode element 60 was carried in the mounting section in the vessel of a case instead of the reflective cup, and it has filled up the vessel of a case with the 1st resin 83.

[0004] The principle in which this white Light Emitting Diode lamp or white chip Light Emitting Diode emits light white By distributing the fluorescent substance 84 which changes into the light (yellow-green light) of the wavelength in the relation between blue and the complementary color the light of the blue wavelength which the GaN-Light Emitting Diode element 60 emits in the 1st resin 83 with which the interior of the vessel of light reflex cup 80c or a case was filled up Since the light which penetrated the 1st resin 83 with blue wavelength, and the light changed into yellowish green with the fluorescent substance 84 are mixed, it is visible to the white light.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, a white Light Emitting Diode lamp and the white chip Light Emitting Diode as shown in drawing 13 have the following technical problems.

[0006] Since the structure of covering the GaN-Light Emitting Diode element 60 with this 1st resin 83 by making the interior of the vessel of light reflex cup 80c or a case filling up with the 1st resin 83 which contained [1st] the fluorescent substance 84 is taken, it is the technical problem cannot be adapted for a form without the vessel of light reflex cup 80c or a case.

[0007] Controlling the variation in the concentration of the fluorescent substance contained in the fill of a resin by the method of filling up the 2nd with the 1st resin 83 in the vessel of such light reflex cup 80c or a case is the technical problem that become difficult, consequently the variation in a white chromaticity becomes large, and the production yield of the chromaticity demanded falls.

[0008] The GaN-Light Emitting Diode element 60 currently used for the 3rd by the aforementioned white Light Emitting

Diode lamp and the white chip Light Emitting Diode is the same as the element currently used for the GaN system blue Light Emitting Diode lamp, it originates in the physical constant (for example, the dielectric constant  $\epsilon$ ) and element structure of element material, and the weak point for being very weak is in static electricity. For example, when opposing this white Light Emitting Diode lamp and the capacitor by which static electricity was charged and producing electric discharge among both, it is the static voltage of about 100 V in the forward direction, and is destroyed by the static voltage of about 30 V in an opposite direction. This value is a very small value as compared with the Light Emitting Diode element which consists of other bulk compound semiconductors (GaP, GaAlAs, etc.). Therefore, when a Light Emitting Diode lamp is dealt with without performing protection processing to which static electricity is not impressed from the exterior, it is the technical problem that the internal GaN-Light Emitting Diode element 60 will be destroyed immediately.

[0009] The 3rd technical problem among [1st] the aforementioned technical problems was already proposed by this invention person in the Japanese-Patent-Application-No. No. 192135 [-09 to ] official report. It is the structure is made in this invention in order to solve the 2nd technical problem, and it becomes possible for the 1st resin which the purpose does not concern and have in the existence of a light reflex cup or the vessel of a case, and contained the fluorescent substance to cover around a GaN-Light Emitting Diode element, and white chromaticity control is possible and it is in offering the luminescence equipments using the compound light emitting device and it to which variation of production yield can also improve small, and those manufacture methods.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The means about the compound light emitting device of this invention devised in order to attain the above-mentioned purpose While carrying out the laminating of a n-type-semiconductor layer and the p type semiconductor layer on a light-transmission nature substrate, turning the aforementioned light-transmission nature substrate to the upper surface and making this into the main light ejection side The light emitting device by which n electrode and p electrode linked to a n-type-semiconductor layer and a p type semiconductor layer were formed in the undersurface, Carry the aforementioned semiconductor light emitting device and it has a rear-face electrode in a field opposite to the 1st and 2nd counterelectrodes on it and the field which counters. While the above 1st and the 2nd counterelectrode are carrying out flow junction through the micro bump at the aforementioned n electrode and p electrode, respectively The sub mounting element through which one electrode has a bonding pad field among the above 1st and the 2nd counterelectrode, and the electrode of another side has flowed in the aforementioned rear-face electrode, While having the 1st resin containing the fluorescent substance which changes the luminescence wavelength of the aforementioned light emitting device into other wavelength, or the filter matter which absorbs a part of luminescence wavelength of the aforementioned light emitting device In the compound light emitting device applied so that the 1st resin of the above may cover the aforementioned light emitting device arranged on the aforementioned sub mounting element by using the aforementioned sub mounting element as a saucer Both the 1st both [ either or ] of an outline side (top panel) of the above which were applied on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the aforementioned light emitting device and this field is making it be parallel mostly with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element used as a saucer.

[0011] Since it is most greatly dependent on the thickness of the 1st resin containing the fluorescent substance on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of a light emitting device, a white chromaticity should just control the thickness with a sufficient precision. For that purpose, it is a good method to use the rear-face electrode forming face of a sub mounting element as datum level, and to control by thickness from this field. That is, in precision, the thickness of the 1st resin will become good uniformly, and the variation in a chromaticity will become the minimum, if the main light ejection side of a light emitting device and the top panel of the outline side of the 1st resin on it be come parallel to datum level. Thereby, the purpose can be attained.

[0012] Moreover, the process at which the means about the manufacture method of this invention forms a micro bump on n electrode of the aforementioned light emitting device and p electrode or the 1st counterelectrode of the aforementioned sub mounting element, and the 2nd counterelectrode, The process which connects electrically inter-electrode [ which the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element counter ] through the aforementioned micro bump, By being the manufacture method equipped with the process which applies the 1st resin of the above so that the aforementioned light emitting device may be covered, and carrying out height control to the flip chip junction method of construction using the micro bump by using the aforementioned sub mounting element as a saucer Moreover, by using screen printing for the application method of construction of the 1st resin It is possible to make parallel mostly both the 1st both [ either or ] of an outline side (top panel) of the above which were applied to the rear-face electrode forming face of the sub mounting element which is datum level on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the aforementioned light emitting device and this field. Furthermore, what is necessary is just to add the polish process for making parallel both the main light ejection side of the aforementioned light emitting device, and outline both [ either or ] of the 1st resin of the above (top panel) which were covered on it with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element, in order to control with a sufficient precision.

[0013]

[Embodiments of the Invention] While invention according to claim 1 carries out the laminating of a n-type-semiconductor layer and the p type semiconductor layer on a light-transmission nature substrate, turns the aforementioned light-transmission nature substrate to the upper surface and makes this the main light ejection side The light emitting device by which n electrode and p electrode linked to a n-type-semiconductor layer and a p type semiconductor layer were formed in the inferior surface of tongue, Carry the aforementioned semiconductor light emitting device and it has a rear-face electrode in a field opposite to the 1st and 2nd counterelectrodes on it and the field which counters. While the above 1st and the 2nd counterelectrode are carrying out flow junction through the micro bump at the aforementioned n electrode and p electrode, respectively The sub mounting element through which one electrode has a bonding pad field among the above 1st and the 2nd counterelectrode, and the electrode of another side has flowed in the aforementioned rear-face electrode, While having the 1st resin containing the fluorescent substance which changes the luminescence wavelength of the aforementioned light emitting device into other wavelength, or the filter matter which absorbs a part of luminescence wavelength of the aforementioned light emitting device In the compound light emitting device applied so that the 1st resin

of the above may cover the aforementioned light emitting device arranged on the aforementioned sub mounting element by using the aforementioned sub mounting element as a saucer. Both the 1st both [ either or ] of an outline side (top panel) of the above which were applied on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the aforementioned light emitting device and this field is the compound light emitting device characterized by being almost parallel to the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element used as a saucer.

[0014] Thereby, since it depends for a white chromaticity on the thickness of the 1st resin containing the fluorescent substance on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of a light emitting device, greatly, in order to control the thickness with a sufficient precision, it is a good method to use the rear-face electrode forming face of a sub mounting element as datum level, and to control by thickness from this field. And in order to make variation in a chromaticity into the minimum, the main light ejection side of a light emitting device and the outline side of the 1st resin on it should just become parallel to datum level. That is, there is operation that the thickness of the 1st resin becomes good uniformly in precision.

[0015] Invention according to claim 2 is a compound light emitting device characterized by the 1st resin of the above containing the aforementioned fluorescent substance at 50 - 90% of the weight of a rate to the resin of light-transmission nature in a compound light emitting device according to claim 1.

[0016] While the content of the fluorescent substance for this realizing a white chromaticity is optimized, screen-stencil also has operation of becoming possible.

[0017] Invention according to claim 3 has almost fixed thickness  $t$  of the 1st resin of the above on the main light ejection side of the aforementioned light emitting device in a compound light emitting device according to claim 2, and it is the compound light emitting device characterized by being the range of 20 micrometer  $\leq t \leq 110$  micrometer.

[0018] There is operation that the thickness of the 1st resin on the main light ejection side of the light emitting device which realizes a white chromaticity by this is optimized.

[0019] Invention according to claim 4 has the almost uniform thickness from the main light ejection side and the side of the aforementioned light emitting device of the 1st resin of the above in a compound light emitting device according to claim 2, and the thickness  $t$  is the compound light emitting device characterized by being the range of 20 micrometer  $\leq t \leq 110$  micrometer.

[0020] Since this optimizes the thickness of the 1st resin from the outline side of a light emitting device not only including the main light ejection side (top panel) top of a light emitting device but its side, there is operation that good white luminescence without color nonuniformity is obtained.

[0021] Invention according to claim 5 is set to a compound light emitting device according to claim 1, 2, 3, or 4. the aforementioned light emitting device. It is the GaN system compound semiconductor light emitting device which has the GaN system compound semiconductor layer formed on the substrate of light-transmission nature, and this substrate. the aforementioned sub mounting element. It is the compound light emitting device characterized by being Si diode of the horizontal type in which the 2nd counterelectrode which carries out an ohmic contact at the 1st counterelectrode and p type semiconductor layer which carry out an ohmic contact to a n-type-semiconductor layer and it near [ one ] a field, and it was formed.

[0022] Since Si diode element as an underlay of a GaN-Light Emitting Diode element serves as a saucer of the 1st resin containing a fluorescent substance or the filter matter by this. While becoming the structure which can apply the 1st resin regardless of the existence of a light reflex cup or the vessel of a case so that a GaN-Light Emitting Diode element may be covered. Although the GaN-Light Emitting Diode element using the silicon on sapphire of light-transmission nature is an element weak to static electricity, there is operation that the tolerant high compound light emitting device to the static electricity destruction is obtained. Moreover, there is operation that it becomes easy to form the portion which performs electrical installation of the portion and external member which perform electrical installation with a light emitting device, by considering as Si diode element of a horizontal type.

[0023] Invention according to claim 6 is set to a compound light emitting device according to claim 1, 2, 3, or 4. It is the GaN system compound semiconductor light emitting device in which the aforementioned light emitting device has the GaN system compound semiconductor layer formed on the substrate of light-transmission nature, and this substrate. It is the compound light emitting device characterized by the aforementioned sub mounting element being an auxiliary element of Conductivity Si formed so that one side may be in an insulating state to the front face of a conductive substrate among the 1st counterelectrode and the 2nd counterelectrode and another side might be in switch-on.

[0024] In the case of the GaN-Light Emitting Diode element using the SiC substrate of light-transmission nature, there is the same operation as a claim 5 by not using Si diode element, since it is strong to static electricity, and using the aforementioned sub mounting element of Conductivity Si.

[0025] Invention according to claim 7 is luminescence equipment which used the compound light emitting device of a publication for claims 1-6. Turn the rear-face electrode of the sub mounting element of the aforementioned compound light emitting device in a leadframe or the mounting section of a printed-circuit board down, and it carries through a conductive past. It is luminescence equipment characterized by closing the point of the aforementioned leadframe which connects the bonding pad field of the aforementioned sub mounting element, and an external lead through a wire, and contains the aforementioned compound light emitting device, or the upper surface of a printed-circuit board by the 2nd resin of light-transmission nature.

[0026] There is operation that are concerned, there is nothing that existence of a reflective cup or the vessel of a case, it is strong to static electricity, and the luminescence equipment of white luminescence of the variation in a chromaticity various types [ few ] can be realized by this.

[0027] The process which invents according to claim 8 is the manufacturing method of luminescence equipment according to claim 7, and forms a micro bump on the electrode of the aforementioned light emitting device and p electrode or the 1st counterelectrode of the aforementioned sub mounting element, and the 2nd counterelectrode. It is the manufacturing method of luminescence equipment equipped with the process which connects electrically inter-electrode [ which the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element connect ] through the aforementioned micro bump, and the process which applies the 1st resin of the above by using the aforementioned sub mounting element as

a saucer so that the aforementioned light emitting device may be covered.

[0028] Since it is possible for this to equip the flip chip junction method of construction using the micro bump with a height control function and it is also possible to use screen printing for the application method of construction of the 1st resin, there is operation of becoming possible to make parallel mostly both the 1st both [either or] of an outline side (top panel) of the above which were applied to the rear-face electrode forming face of the sub mounting element which is datum level on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the aforementioned light emitting device and this field.

[0029] Invention according to claim 9 is set to the manufacture method of luminescence equipment according to claim 8. The process which forms a stud bump as the aforementioned micro bump on p electrode of the aforementioned light emitting device and n electrode or the 1st counter electrode of the aforementioned sub mounting element, and the 2nd counter electrode. Place the aforementioned sub mounting element of a wafer state downward, and an electrode forming face is turned for the aforementioned light emitting device down. Alignment is carried out on the 1st counterelectrode which the aforementioned sub mounting element counters in n electrode and p electrode of the aforementioned light emitting device, and the 2nd counterelectrode. While contacting the aforementioned micro bump, welding and fixing the aforementioned light emitting device on the aforementioned sub mounting element. The process which connects inter-electrode [which counters] electrically through the aforementioned micro bump. The process which applies and hardens the 1st resin of the above by using the sub mounting element of the aforementioned wafer state as a saucer so that the aforementioned light emitting device may be covered. The process which divides the aforementioned wafer with which the compound light emitting device of the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element covered with the 1st resin of the above was formed per chip. The process fixed while the rear-face electrode of the aforementioned sub mounting element is turned down, the chip-sized aforementioned compound light emitting device is carried at the mounting sections, such as a leadframe or a printed-circuit board, and electrical installation is taken through a conductive paste. It is the manufacture method of luminescence equipment equipped with the process which connects between the lead sections, such as a bonding pad field of the aforementioned sub mounting element, the aforementioned leadframe, or a printed-circuit board, with a wire.

[0030] Thereby, since the sub mounting element as a saucer can be dealt with in the configuration of a wafer, in the application process of the 1st resin, it can carry out per wafer by the method of the screen-stencil in which patterning is possible, and there is operation that the efficient manufacture method is realizable with the chromaticity of an aim with the high degree of accuracy of the few luminescence equipment of variation. Invention according to claim 10 is the manufacture method of luminescence equipment equipped with the polish process for making parallel both the main light ejection side of the aforementioned light emitting device, and outline both [either or] of the 1st resin of the above (top panel) which were applied on it with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element in the manufacture method of luminescence equipment according to claim 8.

[0031] Thereby, at the polish process which used the rear-face electrode forming face of a sub mounting element as datum level, since the design thickness of the 1st resin on the main light ejection side of a light emitting device can be controlled with a still more sufficient precision, there is operation that the white of a chromaticity to wish can be manufactured with the sufficient yield.

[0032] Invention according to claim 11 is set to the manufacture method of luminescence equipment according to claim 10. The process which forms a stud bump as the aforementioned micro bump on n electrode of the aforementioned light emitting device and p electrode, or the 1st counterelectrode of the aforementioned sub mounting element of a wafer state, and the 2nd counterelectrode. Place the aforementioned sub mounting element of a wafer state downward, and an electrode forming face is turned for the aforementioned light emitting device down. Alignment is carried out on the 1st counter electrode which the aforementioned sub mounting element counters in n electrode and p electrode of the aforementioned light emitting device, and the 2nd counterelectrode. While contacting the aforementioned micro bump, welding and fixing the aforementioned light emitting device on the aforementioned sub mounting element. The process which connects inter-electrode [which counters] electrically through the aforementioned micro bump. The process ground so that the main light ejection side of the aforementioned light emitting device carried on the sub mounting element of the aforementioned wafer state may be parallel mostly with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element. The process which applies and hardens the 1st resin of the above by using the sub mounting element of the aforementioned wafer state as a saucer so that the aforementioned light emitting device may be covered. The process ground so that the outline side of the aforementioned main light ejection side of the 1st resin of the above formed on the sub mounting element of the aforementioned wafer state (top panel) may be parallel mostly with the rear-face electrode forming face of the aforementioned sub mounting element. The process which divides the aforementioned wafer with which the compound light emitting device of the aforementioned light emitting device and the aforementioned sub mounting element covered with the 1st resin of the above was formed per chip. The process fixed while the rear-face electrode of the aforementioned sub mounting element is turned down, the chip-sized aforementioned compound light emitting device is carried at the mounting sections, such as a leadframe or a printed-circuit board, and electrical installation is taken through a conductive paste. It is the manufacture method of luminescence equipment equipped with the process which connects between the lead sections, such as a bonding pad field of the aforementioned sub mounting element, the aforementioned leadframe, or a printed-circuit board, with a wire.

[0033] After carrying out loading junction, in order to turn a light emitting device on a wafer-like sub mounting element, to turn an electrode forming face down, and to arrange the variation in the inclination of the main light ejection side of a light emitting device, or the height for every chip by this. Use the rear-face electrode forming face of a wafer-like sub mounting element as datum level, grind it and parallel, and further, after applying the 1st resin so that a light emitting device may be covered, in order to arrange the outline side of the 1st resin. Since the 1st resin can be finished by performing same polish so that it may be covered with the thickness which he wishes uniformly on a light emitting device all over a wafer, there is operation that the white of a chromaticity to wish can be manufactured with the sufficient yield.

[0034] Invention according to claim 12 is the manufacture method of the luminescence equipment equipped only with either between the two aforementioned polish processes in the manufacture method of luminescence equipment according to



claim 11.

[0035] The ratio that the white of a chromaticity which the application process of the 1st resin only of polish of the 1st resin is screen-stencil when the variation and the inclination of height of a light emitting device which are carried on a wafer-like submounting element can be controlled by the chip junction bond in capacity rating by this, and he wishes only by the polish after chip junction when the outline side after an application can be controlled can be manufactured with the sufficient yield. However, the field which serves as criteria of control by both cases is a rear-face electrode forming face of a wafer-like submounting element.

[0036] Invention according to claim 13 is the manufacturing method by which the aforementioned micro bump is formed of a plating process in the manufacturing method of luminescence equipment according to claim 9, 11, and 12.

[0037] There is operation that the position precision by which a bird clapper and a micro bump are formed in a possible hatchet for a micro bump's minor diameter-ization as it is possible, a miniaturization, i.e., low-cost-izing, of a light emitting device, is very good as compared with a stud bump, and the assembly yield improves by this.

[0038] Hereafter, the gist of operation of this invention is explained using a drawing.

[0039] (Gestalt 1 of operation) (a) of drawing 1 and (b) are the cross sections and plans of a compound light emitting device by the gestalt of 1 operation of this invention. The feature of the gestalt of this operation is the point that both outline sides (top panel) of the 1st resin containing the fluorescent substance which change into the light of the complementary color the blue light applied on the main light ejection side (top panel of a light transmission nature substrate) of the GaN-Light Emitting Diode element 1 of blue luminescence and this field to the rear face electrode forming face of Si diode element which be datum level be parallel mostly except for the edge section of this outline side. Moreover, the point by which loading junction is carried out through the micro bump on Si diode element 2 to which the weak GaN-Light Emitting Diode element 1 of blue luminescence has an electrostatic-protection function in an overvoltage, The point applied so that the 1st resin 16 containing the fluorescent substance which changes the luminescence wavelength of the GaN-Light Emitting Diode element 1 into other wavelength may cover the GaN-Light Emitting Diode element 1 by using Si diode element 2 as a saucer is the same as the already proposed Japanese-Patent-Application-No. No. 192135 [09 to ] official report.

[0040] As shown in (a) of drawing 1, the GaN-Light Emitting Diode element 1 is carried in the state of lapping, on Si diode element 2, and while the GaN-Light Emitting Diode element 1 turns silicon-on-sapphire 1a of a translucency to the upper surface and makes this the main light ejection side, the n electrode 6 linked to the p electrode 5 and n-type-semiconductor layer linked to a p type semiconductor layer is formed in the inferior surface of tongue. Moreover, Si diode element 2 has the n electrode 8 which is the 2nd counterelectrode linked to the p electrode 7 and n-type-semiconductor field 2a which are the 1st counterelectrode which connects with p type semiconductor field 2b at the upper surface side which connects with the GaN-Light Emitting Diode element 1, and the rear-face electrode 9 which connects at n-type-semiconductor field 2a is formed in the inferior surface of tongue. The p electrode 7 and the n electrode 8 of Si diode element 2 is formed by the arrangement which counters the n electrode 6 and the p electrode 5 of the GaN-Light Emitting Diode element 1, and the p electrode 5 of the GaN-Light Emitting Diode element 1 and the n electrode 8 of Si diode element 2 mind the Au micro bump 12. The n electrode 6 of the GaN-Light Emitting Diode element 1 and the p electrode 7 of Si diode element 2 are being fixed by welding with an electrode and a micro bump while connecting electrically through the Au micro bump 11, respectively. Furthermore the bonding pad section 10 is formed in the part on the p electrode 7, and it has structure connected to an external member in the rear-face electrode 9 and the bonding pad section 10. Moreover, by using Si diode element 2 as a saucer, the 1st resin 16 containing the fluorescent substance which changes the blue glow of the GaN-Light Emitting Diode element 1 into the yellowish green light of the complementary color is applied so that the GaN-Light Emitting Diode element 1 may be covered. The method of an application has the optimal screen-stencil in which patterning is possible. In addition to it, it is possible also by the method of potting by the dispenser.

[0041] By making it such composition, regardless of the configuration of the wiring substrate of a leadframe or a case used for a Light Emitting Diode lamp or Chip Light Emitting Diode, it is not blocked and the luminescence equipment which applied the 1st resin 16 containing a fluorescent substance so that the GaN-Light Emitting Diode element 1 might be covered can be realized regardless of the existence of a reflective cup or the vessel of a case.

[0042] With the aforementioned composition, by choosing the blue glow to which the GaN-Light Emitting Diode element 1 emits a fluorescent substance as the fluorescent substance changed into a blue complementary color light, the light which penetrated the 1st resin 16 while it had been blue, and the light changed into the blue complementary color with the fluorescent substance are mixed, and the white light is acquired.

[0043] Moreover, the light which emits light with the aforementioned GaN-Light Emitting Diode element 1 is taken out from the silicon-on-sapphire 1a side by the upper part. Therefore, a transparent electrode for current diffusion (member shown with the sign 69 shown in drawing 12 (a) and (b)) which was formed in the conventional GaN-Light Emitting Diode element 1 is not required, and there should be only a p electrode 5 of a thick film in the p electrode 5 side of the GaN-Light Emitting Diode element 1 as a member for current diffusion.

[0044] Drawing 2 is a circuit diagram for explaining the protection network which the compound light emitting device of the gestalt of this operation builds in.

[0045] As shown in drawing 2, the electrodes of reversed polarity are connected among connection, i.e., mutual p electrode, and n electrode in parallel due to reversed polarity, and the high voltage is made not to impress Si diode element 2 and the GaN-Light Emitting Diode element 1 with a protection feature from the exterior to the GaN-Light Emitting Diode element 1. Moreover, to the p side of the GaN-Light Emitting Diode element 1, it is connected by the amount of [of n type substrate of Si diode element 2] resistance in series, and although it is a small value, it works as a protective resistance R.

[0046] In this case, since the forward direction operating voltage of Si diode element 2 is about 0.9V, the voltage of the opposite direction impressed to the GaN-Light Emitting Diode element 1 is cut off by 0.9V. Moreover, since the opposite direction breakdown voltage (zener voltage) of Si diode element 2 can be set as about 10V, the forward voltage impressed to the GaN-Light Emitting Diode element 1 is also protected by work of a protective resistance R and zener voltage. As mentioned above, since the forward direction breakdown voltage value of the GaN-Light Emitting Diode element 1 is about



100V and an opposite direction breakdown voltage value is about 30V, such composition can protect certainly destruction of the GaN-Light Emitting Diode element 1 by impression of high voltages, such as static electricity.

[0047] That is, if forward direction breakdown voltage of the GaN-Light Emitting Diode element 1 and opposite direction breakdown voltage are set to  $V_{f1}$  and  $V_{b1}$ , respectively, forward direction operating voltage of Si diode element 2 and opposite direction breakdown voltage are set to  $V_{f2}$  and  $V_{b2}$ , respectively and operating voltage of the GaN-Light Emitting Diode element 1 is set to  $V_F$ , following relation  $V_{f2} < V_{b1} V_{b2} < V_{f1} V_{b2} > V_F$  should just be materialized.

[0048] Next, the detailed structure of each part of the compound light emitting device W of the form of this operation is explained.

[0049] Drawing 3 (a) and (b) are the plans and A-A line cross sections of the GaN-Light Emitting Diode element 1 of this operation. [ of a form ] As shown in this drawing, the GaN-Light Emitting Diode element 1 has the quantum well structure where the laminating of the AlN buffer layer 31, the n type GaN layer 32, the MQW layer 34 that emits a blue light which consists of the n type AlGaIn layer 33, InGaIn, and GaIn, the p type AlGaIn layer 35, and the p type GaN layer 36 was carried out to order on the upper surface of silicon-on-sapphire 1a. The n electrode 6 which consists of aluminum is formed in the upper surface of the n type GaN layer [ in / the lower-berth section / it is formed stair-like and ] 32 where the upper surface of the n type GaN layer 32 consists of the lower-berth section which occupies very few portions on top, and the upper case section which occupies remaining most. Moreover, the laminating of the above-mentioned n type AlGaIn layer 33, the MQW layer 34 which emits a blue light, the p type AlGaIn layer 35, and the p type GaN layer 36 is carried out to order on the upper surface of the n type GaN layer 32 in the upper case section. And the p electrode 5 which consists of Ag, Ti, and Au is directly formed in the upper surface of the p type GaN layer 36, without preparing the transparent electrode for current diffusion. The superficial size of the GaN-Light Emitting Diode element 1 in the form of this operation is a square whose one side is about 0.3mm.

[0050] Drawing 4 (a) and (b) are the plans and B-B line cross sections of Si diode element 2 of this operation. [ of a form ] As shown in drawing 4 (a) and (b), by pouring in impurity ion alternatively in n type silicon substrate 21 of this Si diode element 2, the p type semiconductor field 22 is formed and opposite direction breakdown voltage is set as about 10V. Then, the p electrode 7 and the n electrode 8 which consist of aluminum are formed on the p type semiconductor field 22 of Si diode element 2, and n type silicon substrate 21 (n-type-semiconductor field), and a part of p electrode 7 serves as the bonding pad section 10. Moreover, the rear-face electrode 9 which consists of Au, Sb, and nickel for connecting with a lead electrically is formed in the undersurface of n type silicon substrate 21. The superficial size of Si diode element 2 in the form of this operation is about 0.4x0.6mm.

[0051] Although according to the form of this operation the light which penetrated the 1st resin 16 which contained the fluorescent substance among the blue glows which the GaN-Light Emitting Diode element 1 emits while it had been blue, and the light changed into the blue complementary color by the fluorescent substance are mixed and the white light is acquired. Since it depends for a white chromaticity on the thickness of the 1st resin on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the GaN-Light Emitting Diode element 1 most greatly. Since both outline sides (top panel) of the 1st resin applied to the rear-face electrode forming face of Si diode element which is datum level on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the GaN-Light Emitting Diode element 1 and this field are parallel mostly except for the edge section of this outline side. The thickness can be controlled with a sufficient precision and the luminescence equipment of few white luminescence of variation can be obtained with the chromaticity of hope.

[0052] Moreover, with the form of this operation, since Si diode element 2 plays the duty of a saucer, and the role of an electrostatic-protection element, regardless of the existence of a reflective cup or the vessel of a case, luminescence equipment with the high reliability which built in the protection feature to high voltages which applied the 1st resin 16 containing a fluorescent substance so that the GaN-Light Emitting Diode element 1 might be covered, such as luminescence equipment and static electricity, will be obtained.

[0053] Moreover, with the form of this operation, the GaN-Light Emitting Diode element 1 can make a chip size small, maintaining luminescence area, since area of the n electrode 6 which does not contribute to luminescence; and its circumference portion can be narrowed while the large bonding pad section for wire bonding becomes unnecessary on the occasion of connection between both and being able to miniaturize the whole compound light emitting device, since flip chip mounting is done by the micro bump on Si diode element 2 and the compound light emitting device is formed in both. Moreover, since there is no electrode which interrupts light compared with the case where light is taken out from the electrode forming face side of the GaN-Light Emitting Diode element 60 as shown in conventional drawing 13 since light is taken out from the transparent sapphire substrate 1a side, the advantage that the ejection efficiency of light improves is also acquired. Therefore, curtailment of the cost by reduction of an expensive compound semiconductor substrate area and increase of luminescence capacity can be aimed at by performing flip chip bonding by the micro bump.

[0054] Furthermore, the advantage of heat dissipation is lifted with the form of this operation. Although the heat generated with the GaN-Light Emitting Diode element 60 radiates heat to a resin 83, or the 1st long and thin Au wires 82a and 82b and silicon on sapphire 61 containing the surrounding aforementioned fluorescent substance in the case of the conventional structure of drawing 13. Since the Au wires 82a and 82b with large thermal conductivity are also long and the diameter is as small as 25-30 micrometers since the 1st resin 83 and silicon on sapphire 61 have small thermal conductivity and it becomes inadequate radiating heat, and if energization is continued, it will be filled with heat, and the circumference of the 1st resin 83 containing the fluorescent substance discolors, the ejection efficiency of light falls, and it becomes the cause of brightness degradation. With the form of this operation, on the other hand, the heat generated with the GaN-Light Emitting Diode element 1. Since the p electrode 5 to a diameter radiates heat to an external member from Si diode element 2 of Si substrate which thermal conductivity is good via the micro bumps 11 and 12 whose thickness is 15 micrometers at 100 micrometers, and is used also for a heat sink, heat dissipation can fully be performed, and discoloration of the 1st resin 16 which caused brightness degradation does not take place, but reliable luminescence equipment is obtained.

[0055] (Form 2 of operation) Drawing 5 is the cross section of the compound light emitting device by the form of 1. The operation of this invention. As the form of this operation is shown in drawing 5, the composition of a compound light emitting device is the same composition as the form of the 1st operation except having used the auxiliary element 40 which

has the 2nd count relectrode 43 formed so that it might be in the 1st counter relectrode 42 formed instead of so that it may be in an insulating state to the front face of the conductive Si substrate 41 and switch-on. [Si diode element 2 in drawing 1]

[0056] Drawing 6 is the plan of the auxiliary element 40 of the form of this operation. The insulator layer 46 is partially formed in the upper surface of the conductive Si substrate 41 of this auxiliary element 40, the 1st count relectrode 42 which has the bonding pad field 44 is formed so that it may be in the conductive Si substrate 41 and the state of an insulation on it, and further, the 2nd count relectrode 43 is formed so that it may be in the conductive Si substrate 41 and the state of a flow. Moreover, on the undersurface of the conductive Si substrate 41, the rear-face electrode 45 for connecting with a lead electrically is formed. Since the function as an electrostatic-protection element is not taken into consideration, this auxiliary element 40 of the 1st and 2nd counterelectrodes which counter the electrode and p electrode of the GaN-Light Emitting Diode element 1 may be reverse.

[0057] The superficial size of the auxiliary element 40 in the form of this operation is about 0.4x0.6mm.

[0058] About the procedure of carrying the GaN-Light Emitting Diode element 1 on the auxiliary element 40, it is the same method as the form 1 of operation, and becomes the same procedure instead of the p electrode 7 of Si diode element 2 of drawing 1, the n electrode 8, and the rear-face electrode 9 by replacing by the 1st counterelectrode 42 of the auxiliary element 40 of drawing 5, the 2nd counterelectrode 43, and the rear-face electrode 45.

[0059] In the form of this operation as well as the form 1 of operation Since both outline sides (top panel) of the 1st resin applied to the rear-face electrode forming face of the auxiliary element 40 which is datum level on the main light ejection side (top panel of a light-transmission nature substrate) of the GaN-Light Emitting Diode element 1 and this field are parallel mostly except for the edge section of this outline side, the thickness is controllable with a sufficient precision. The luminescence equipment of few white luminescence of variation can be obtained with the chromaticity of hope.

[0060] Moreover, as mentioned above, although the auxiliary element 40 does not have a function as an electrostatic-protection element, since it can take out light from the transparent sapphire substrate 1a side with curtailment of the cost by reduction of an expensive compound semiconductor substrate area by performing flip chip bonding by the function and the micro bumps 11 and 12 as a saucer of the 1st resin 16 containing the fluorescent substance, it can aim at increase of luminescence capacity.

[0061] Furthermore, luminescence equipment with high reliability without brightness degradation can be obtained by the improvement of heat dissipation.

[0062] Although the form of each aforementioned implementation explained the compound light emitting device equipped with the GaN-Light Emitting Diode element 1 as a light emitting device, this invention may be the compound device which carried the compound device which is not limited to the form of this operation and equipped with the laser diode element of a GaN system, and the light emitting device prepared on light-transmission nature substrates other than a GaN system.

[0063] (Form 3 of operation) Drawing 7 is the cross section of the compound light emitting device by the form of 1 operation of this invention. In order that the feature of the form of this operation may control the chromaticity and variation of white luminescence with a still more sufficient precision in the compound light emitting device of the forms 1 and 2 of operation Both [of an outline side (top panel)] the 1st both [one side or] 16 which were applied on the main light ejection side (top panel of silicon-on-sapphire 1a of light-transmission nature) of the GaN-Light Emitting Diode element 1, and this field It is the point mostly made parallel with the rear-face electrode forming face of the sub mounting element (Si diode element 2 or auxiliary element 40) used as a saucer.

[0064] (a) of drawing 7 is the case where (b) makes parallel mostly both top panels of silicon-on-sapphire 1a of the 1st resin 16 and the GaN-Light Emitting Diode element 1 with the rear-face electrode forming face of a sub mounting element for the top panel of the 1st resin 16 again. The 1st resin 16 containing the fluorescent substance which emits the light of the blue complementary color in response to a blue light on the top panel of silicon-on-sapphire 1a of the blue GaN-Light Emitting Diode element 1 carried on Si diode element 2 is covered. Since the light which penetrated the 1st resin 16 while a white light had been blue, and the light changed into the blue complementary color with the fluorescent substance are mixed and is obtained, thickness D of the content of the fluorescent substance with which the chromaticity is contained in the 1st resin 16, and the 1st resin 16 becomes an important element. As for this invention persons, dominant wavelength obtained the result which investigates how the content of the fluorescent substance in the 1st resin 16 and thickness D are related to a chromaticity coordinate (x, y), and shows it in Table 1 using the 465 to 470nm blue GaN-Light Emitting Diode element 1.

[0065]

[Table 1]

厚さ (μm)	10	20	50	100	110	120
含有率 (%)						
30	x 0.19 y 0.24	x 0.22 y 0.27	x 0.23 y 0.28	x 0.23 y 0.28	x 0.24 y 0.29	x 0.24 y 0.29
50	x 0.20 y 0.25	x 0.25 y 0.30	x 0.28 y 0.33	x 0.30 y 0.35	x 0.30 y 0.35	x 0.36 y 0.41
90	x 0.24 y 0.29	x 0.30 y 0.35	x 0.32 y 0.37	x 0.33 y 0.38	x 0.35 y 0.40	x 0.37 y 0.42

[0066] On the occasion of measurement, 3(Y, Gd) (aluminum, Ga)5O12:C was used as a fluorescent substance, using an epoxy resin as a resin of light-transmission nature.

[0067] Thickness D of the 1st resin 16 is 20-110 micrometers, and when the content of a fluorescent substance is 50-90% of the weight, it turns out that the luminous color of the value approximated to the white (x=0.25 to 0.40, y=0.25-0.40) value is obtained, so that clearly from Table 1.

[0068] In order to acquire the white light of chromaticity-coordinate (x, y) = (0.28 0.33) using the 1st resin 16 of the aforementioned content of a fluorescent substance, for example, the thing of 50% of content, it is necessary to set the thickness D of the 1st resin 16 as 50 micrometers. In order to form the layer of the 1st 50-micrometer resin 16 with a sufficient precision uniformly on the top panel of silicon-on-sapphire 1a of the blue GaN-Light Emitting Diode element 1

The forming face (or although the forming face of the p electrode 7 on top and the n electrode 8 is sufficient, since concavo-convex structure is shown in a front face, a rear face is desirable) of the rear-face electrode 9 of Si diode element 2 which is a wafer-like sub mounting element is used as datum level. Loading junction of the GaN-Light Emitting Diode element 1 of blue luminescence is carried out so that the top panel of silicon-on-sapphire 1a may become datum level and parallel on wafer-like Si diode element 2. It is the easiest to control the method of construction applied by the method of screen-stencil so that it may become it and parallel by the thickness of 50 micrometers about the 1st resin 16 on it (forms 1 and 2 of operation). In this case, in order for better fittings to create in the edge section of the outline side of the 1st resin and to lose this, in order that precision may improve thickness D more, the 1st resin 16 is applied more thickly and it controls by grinding in parallel with datum level. With such a method, controlling to arbitrary chromaticities is also possible and variation also becomes very small in a wafer side. Moreover, what is necessary is just to put in a polish process so that it may just make thickness [to the top panel of the center of the top panel of silicon-on-sapphire of GaN-Light Emitting Diode element 1a to the 1st resin 16] D into the set point of 50 micrometers when it is difficult to carry out loading junction of the blue GaN-Light Emitting Diode element 1 at datum level and parallel as shown in (a) of drawing 7, and it may become parallel to the datum level after carrying the GaN-Light Emitting Diode element 1 in a wafer, as shown in (b) of Both [of an outline side (top panel)] the 1st both [one side or] 16 by which the compound light emitting device by which a white chromaticity and its variation were controlled as the result as shown in (a) of drawing 7 or (b) was applied on the top panel of silicon-on-sapphire 1a of the GaN-Light Emitting Diode element 1 and this field is parallel mostly with the rear-face electrode forming face of a sub mounting element.

[0069] Moreover, although the GaN-Light Emitting Diode element 1 used the SiC substrate with the gestalt of this operation, since a case is strong to static electricity, you may transpose Si diode element 2 to the auxiliary element 40.

[0070] (Gestalt 4 of operation) Drawing 8 and drawing 9 are the cross sections of the luminescence equipment by the gestalt of 1 operation of this invention. The gestalt of this operation is the white Light Emitting Diode lamp and the white chip Light Emitting Diode which used the aforementioned compound light emitting device.

[0071] While the compound light emitting device W of the aforementioned white luminescence contacts the rear-face electrode 9 of Si diode element 2 inferior surface of tongue to a die pad on the die putt at the nose of cam of leadframe 50a in which the white Light Emitting Diode lamp shown in drawing 8 has reflective cup 50c, dice bonding is carried out with the Ag paste 51, and the bonding pad section 10 of p electrode of Si diode element 2 and leadframe 50b are further connected by the Au wire 52. Reflective cup 50c for reflecting light up is attached in the die-pad side of leadframe 50a. The mould of the whole point part of Leadframes 50a and 50b is carried out by the epoxy resin of the light-transmission nature of the 2nd resin 53, and the Light Emitting Diode lamp is constituted.

[0072] As for the white chip Light Emitting Diode shown in drawing 9, Leads 55a and 55b are formed in the insulating substrate 55. On one lead 55a, the compound light emitting device W of the aforementioned white luminescence turns the rear-face electrode 9 of Si diode element 2 inferior surface of tongue down, and is carried. Flow fixation is carried out with the Ag paste 56, and they are the bonding pad section 10 of p electrode of Si diode element 2, and lead 55b of another side further. The Au wire 57 connects. And the mould of the whole bonding area containing the compound light emitting device W and the Au wire 57 is carried out by the transparent epoxy resin 58, and Chip Light Emitting Diode is constituted.

[0073] in white luminescence, although it is an important element from the point of reduction of the mounting capacity by thin-shape-izing to make thin thickness T from Leads 55a and 55b to the upper limit of the transparent epoxy resin 58 in the field of such a chip Light Emitting Diode, compared with the chip Light Emitting Diode of the type which forms the vessel of a case; it is the gestalt of this operation using the compound light emitting device W, and thin-shape-izing is [direction] possible and it has a predominance. In addition, you may transpose Si diode element 2 to the auxiliary element 40 with the gestalt of this operation.

[0074] Next, the concrete manufacture method of the aforementioned compound light emitting device and luminescence equipment is explained along with a flow chart.

[0075] Drawing 10 is the manufacture method of the luminescence equipment by the gestalt of 1 operation of this invention. (Gestalt 5 of operation) The feature of the manufacture method of the gestalt of this operation A micro bump is formed by the stud bump on the p electrode 7 of the upper surface of wafer-like Si diode element 2, and the n electrode 8. And it is the point which applies the 1st resin 16 which performed chip junction for the chip-ized GaN-Light Emitting Diode element 1 on wafer-like Si diode element 2, and contained the fluorescent substance in the state of the wafer 3 so that the GaN-Light Emitting Diode element 1 may be covered.

[0076] According to an element process, the GaN-Light Emitting Diode element 1 as shown in drawing 3 is manufactured. This GaN-Light Emitting Diode element 1 is the quantum well structure which carried out the laminating of the GaN system compound semiconductor layer to the upper surface of silicon-on-sapphire 1a, as described above, and the p electrode 5 which serves as the n electrode 6 and Ag which consist of aluminum from Ti and Au is formed on the field opposite to silicon-on-sapphire 1a. The GaN-Light Emitting Diode element 1 is stuck on a sheet in the state of a wafer, and after taking a break in a chip unit, it is carrying out expanded one of the sheet so that it may be easy to take up (Light Emitting Diode chip). Drawing 10 is described from this state.

[0077] On the other hand, Si diode element 2 shown in the Si wafer 3 at drawing 4 is formed in the shape of a matrix, and the micro bumps 11 and 12 are formed by the stud bump forming method on the p electrode 7 of the upper surface, and the n electrode 8 (bump formation). Next, it is made to fix, taking electrical installation combining heat, an ultrasonic wave, and a load by making the aforementioned micro bumps 11 and 12 with [turning an electrode forming face down, taking up the GaN-Light Emitting Diode element 1 by the bond 25 making alignment the p electrode 7 and the n electrode 8 which the aforementioned Si diode element 2 counters, and contacting the micro bumps 11 and 12] (chip junction). The baton of this chip junction can perform recognition of the GaN-Light Emitting Diode element 1, conveyance, alignment, and junction in about 3 or less seconds. Moreover, the alignment precision at this time is 15 micrometers or less. In this chip junction, a 15-micrometer crevice is vacant between the GaN-Light Emitting Diode element 1 and Si diode element 2, and it hardly generates short [poor].

[0078] Then, on the aforementioned wafer 3 with which the unification element of the aforementioned GaN-Light Emitting Diode element 1 and Si diode element 2 was formed, the 1st resin 16 containing the fluorescent substance is applied

that the GaN-Light Emitting Diode element 1 may be covered (fluorescent substance application). In this case, it carries out by the method in which patterning, such as screen-stencil, is possible so that the bonding pad section 10 of Si diode element 2 may not be spoiled by the 1st resin 16.

[0079] Next, the wafer 3 with which the applied compound light emitting device W of the 1st resin 16 was formed is stuck on a sheet, a die is divided into chips (dicing), and the chip of the compound light emitting device W is formed.

[0080] Then, after turning the compound light emitting device W on the mounting section of leadframe 50a, and the rear-face electrode 9 of the aforementioned Si diode element 2 is turned down. It fixes through the Ag paste 51, taking electrical installation (D/B). After connecting between lead 50b of another side with the bonding pad section 10 of the aforementioned Si diode element 2 with the Au wire 52 (W/B). The mould (closure) of the point of the leadframe 50 containing the compound light emitting device W is carried out by the 2nd resin 53 (epoxy resin) of light-transmission nature, and a white Light Emitting Diode lamp can be done. In addition, if it replaces with the insulating wiring substrate 55 instead of a leadframe with the gestalt of the aforementioned implementation, it will become the manufacture method of the white chip Light Emitting Diode. Moreover, Si diode element 2 may be replaced with the auxiliary element 40, and a stud bump may be transposed to a plating bump.

[0081] (Gestalt 6 of operation) Drawing 11 is the manufacture method of the luminescence equipment by the gestalt of 1 operation of this invention, and the feature of the manufacture method of the gestalt of this operation is the point of having added the polish process for controlling the thickness of the 1st resin 16 uniformly to the set point, and optimizing the chromaticity and variation of white luminescence to the manufacture method of the gestalt the 5th operation.

[0082] As the flow chart of drawing 11 shows, the state where chip junction of the GaN-Light Emitting Diode element 1 was carried out on wafer-like Si diode element 2 is very difficult for arranging height with all chips to the forming face (datum level) of the rear-face electrode 9, and making parallel the top panel of silicon-on-sapphire 1a which is the main light ejection side. The state is not uniform in leaning or height being convexo-concave, as shown in drawing of chip junction of drawing 11. Then, in order to make uniform the height and parallelism of silicon-on-sapphire 1a to datum level after chip junction, the polish process (chip polish) by the grinder 27 is put in. In the case of polish, resins (for example, resist etc.) may be put into the crevice between Si diode element 2 and the GaN-Light Emitting Diode element 1, and a bond strength may be reinforced so that the GaN-Light Emitting Diode element 1 may not break away by the damage.

[0083] Moreover, the thickness of the 1st resin 16 is brought close to the set point with all the chips joined to the wafer 3 after the application (fluorescent substance application) of the 1st resin 16 containing the fluorescent substance, and in order to make it uniform to datum level, the polish process (fluorescent substance polish) by the grinder 27 is put in. The result is the same as the gestalt 5 of operation.

[0084] If it replaces with the insulating wiring substrate 55 instead of a leadframe 50 with the gestalt of the aforementioned implementation, it will become the manufacture method of the white chip Light Emitting Diode. Moreover, Si diode element 2 may be replaced with the auxiliary element 40, and a stud bump may be transposed to a plating bump.

[0085]

[Effect of the Invention] Since the sub mounting member as an underlay of a light emitting device serves as a saucer of the 1st resin containing a fluorescent substance or the filter matter according to this invention, regardless of the existence of a light reflex cup or the vessel of a case, it becomes the structure which can apply the 1st resin so that a light emitting device may be covered. Moreover, the light emitting device which has the p type semiconductor layer and n-type semiconductor layer which were formed on the insulating substrate like the GaN-Light Emitting Diode element is received. Since it is considered as the structure to which parallel connection of the electrostatic-protection elements, such as a diode element for bypassing both the semiconductor layer and passing current, is carried out when the high voltage was impressed between the p type semiconductor layer and n-type semiconductor layer. Though formed on an insulating substrate, offer of a compound light emitting device with high reliability with the function to prevent destruction by static electricity etc., and luminescence equipment can be aimed at.

[0086] Furthermore, it becomes the structure improved also about thermolysis about the miniaturization of luminescence equipment, or improvement in the ejection efficiency of light again with devising the ejection means of the electrical installation state of a light emitting device and an electrostatic-protection element, and the light from a light emitting device.

[0087] In order to control the chromaticity and variation of white luminescence, furthermore, the outline side (top panel) of the 1st resin of the fluorescent substance content applied on the main light ejection side (top panel of the silicon on sapphire of light-transmission nature) of a GaN-Light Emitting Diode element, and this field The compound light emitting device and white luminescence equipment of white emitting [to wish light / of a chromaticity] can be manufactured with the sufficient yield by using the rear-face electrode forming face of the sub mounting element (Si diode element or auxiliary element) used as a saucer as datum level, grinding it, and making it parallel mostly.

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a compound light emitting device concerning the gestalt of the 1st operation.

(a) is a cross section.

(b) Plan

[Drawing 2] The circuit diagram for explaining the protection network which the compound light emitting device concerning the gestalt of the 1st operation builds in

[Drawing 3] It is a GaN-Light Emitting Diode element concerning the gestalt of the 1st operation.

(a) is a plan.

(b) is the cross section seen in the direction of (a) A-A line view.

[Drawing 4] It is drawing showing the structure of Si diode element of the gestalt of the 1st operation.

(a) is a plan.

(b) is a cross section.

[Drawing 5] The cross section of the compound light emitting device concerning the gestalt of the 2nd operation

[Drawing 6] The plan showing the structure of the auxiliary element of the gestalt of the 2nd operation

[Drawing 7] It is the compound light emitting device of the gestalt of the 3rd operation.

(a) is a cross section at the time of making the top panel of the 1st resin parallel with the rear-face electrode forming face of a sub mounting element.

(b) is a cross section at the time of making parallel the top panel of the silicon on sapphire of the 1st resin and a GaN-Light Emitting Diode element with the rear-face electrode forming face of a sub mounting element.

[Drawing 8] The cross section of the white Light Emitting Diode lamp of the gestalt of the 4th operation

[Drawing 9] The cross section of the 4th white chip Light Emitting Diode of the gestalt of operation

[Drawing 10] The flow chart which shows the manufacture method of the luminescence equipment of the gestalt the 5th operation

[Drawing 11] The flow chart which shows the manufacture method of the luminescence equipment of the gestalt the 6th operation

[Drawing 12] It is the conventional GaN-Light Emitting Diode element currently produced commercially.

(a) is a plan.

(b) is the cross section seen in the direction of a C-C line view of (a).

[Drawing 13] The cross section of the GaN system white Light Emitting Diode lamp currently produced commercially

[Description of Notations]

1 GaN-Light Emitting Diode Element (Light Emitting Device)

1a Silicon on sapphire

2 Si Diode Element (Electrostatic-Protection Element)

2a N-type-semiconductor field

2b P type semiconductor field

3 Wafer

5 P Electrode

6 N Electrode

7 P Electrode

8 N Electrode

9 Rear-Face Electrode

10 Bonding Pad Section

11 12 Micro bump

16 1st Resin

21 N Type Silicon Substrate (N-type-Semiconductor Field)

22 P Type Semiconductor Field

25 Bonder

26 Dicer

27 Grinder

31 AlN Buffer Layer

32 N Type GaN Layer (N-type-Semiconductor Field)

33 N Type AlGaIn Layer (N-type-Semiconductor Field)

34 MQW Layer

35 P Type AlGaIn Layer (P Type Semiconductor Field)

36 P Type GaN Layer (P Type Semiconductor Field)

40 Auxiliary Element

42 1st Counter Electrode

43 2nd Counter Electrode

44 Bonding Pad Field  
45 Rear-Face Electrode  
46 Insulator Layer  
50a, 50b Leadframe  
50c Reflective cup  
51 Ag Paste  
52 Au Wire  
53 2nd Resin (Closure Resin)  
55 Insulating Wiring Substrate (Printed-circuit Board)  
55a, 55b Lead  
56 Ag Paste  
57 Au Wire  
58 Epoxy Resin (Closure Resin)  
R Protective resistance  
D Thickness of the 1st resin  
W Compound light emitting device  
T Height of Chip Light Emitting Diode

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-15817

(P 2001-15817A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N 5F041

H 0 1 S 5/022

H 0 1 S 5/022

C 5F073

審査請求 有 請求項の数 13 O L

(全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-106037 (P2000-106037)

(22) 出願日 平成12年4月7日 (2000. 4. 7)

(31) 優先権主張番号 特願平11-117643

(32) 優先日 平成11年4月26日 (1999. 4. 26)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 井上 登美男

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 前田 俊秀

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

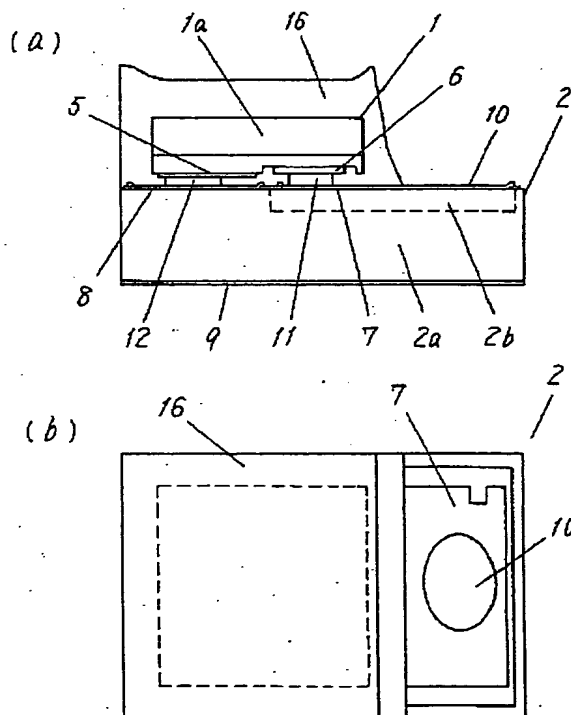
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合発光素子と発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 フリップチップ型の発光素子の主光取り出し面からの光を白色に波長変換する蛍光物質含有樹脂の層厚を最適化して、純粋な白色光が得られる複合発光素子と発光装置及びその製造方法の提供。

【解決手段】 サブマウント素子2の上に導通搭載したフリップチップ型の発光素子1とを備え、サブマウント素子を受け皿として、発光素子1の周りをこの発光素子1の光の波長変換のための蛍光物質を含有した第1の樹脂16で覆い、発光素子1の透明基板1aの上面の主光取り出し面と第1の樹脂16の外郭面(天面)との一方または両方をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行として、主光取り出し面の上の第1の樹脂16の膜厚を一樣とし、発光素子1の主光取り出し面全面からの光を一樣に波長変換して色度むらのない発光を可能とする。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光透過性基板の上に n 型半導体層及び p 型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面には n 型半導体層及び p 型半導体層に接続する n 電極及び p 電極が形成された発光素子と、

前記半導体発光素子を搭載し、それと対向する面上に第 1 および第 2 の対向電極と反対の面に裏面電極を持ち、前記第 1 および第 2 の対向電極はそれぞれ前記 n 電極及び p 電極にマイクロバンプを介して導通接続しているとともに、前記第 1 および第 2 の対向電極のうち一方の電極はボンディングパッド領域があり、他方の電極は前記裏面電極に導通しているサブマウント素子と、

前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または前記発光素子の発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した第 1 の樹脂とを備えるとともに、前記第 1 の樹脂が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されている複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第 1 の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方が受け皿となる前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の複合発光素子において、

前記第 1 の樹脂は、光透過性の樹脂に前記蛍光物質を 50～90 重量%の割合で含有していることを特徴とする複合発光素子。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の複合発光素子において、

前記発光素子の主光取り出し面上の前記第 1 の樹脂の厚み  $t$  がほぼ一定で、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$  の範囲であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の複合発光素子において、

前記第 1 の樹脂の前記発光素子の主光取り出し面及び側面からの厚さがほぼ均一で、その厚み  $t$  が、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$  の範囲であることを特徴とする複合発光素子。

【請求項 5】 請求項 1, 2, 3 または 4 に記載の複合発光素子において、

前記発光素子は、光透過性の基板と該基板上に形成された GaN 系化合物半導体層とを有する GaN 系化合物半導体発光素子であり、

前記サブマウント素子は、一方の面付近に n 型半導体層とそれにオーミック接続する第 1 の対向電極及び p 型半導体層とそれにオーミック接続する第 2 の対向電極を形成した横型の Si ダイオードであることを特徴とする複合発光素子。

【請求項 6】 請求項 1, 2, 3 または 4 に記載の複合発光素子において、

前記発光素子が、光透過性の基板と該基板上に形成された GaN 系化合物半導体層とを有する GaN 系化合物半導体発光素子であり、

前記サブマウント素子が、第 1 の対向電極と第 2 の対向電極のうち一方が導電性基板の表面に対して絶縁状態となり、他方が導通状態となるように形成された導電性 Si の補助素子であることを特徴とする複合発光素子。

10 【請求項 7】 請求項 1 から 6 に記載の複合発光素子を用いた発光装置であって、

リードフレーム又はプリント配線基板のマウント部に前記複合発光素子のサブマウント素子の裏面電極を下にして導電性ペーストを介して搭載し、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と外部リードとをワイヤーを介して接続し、前記複合発光素子を含む前記リードフレームの先端部又はプリント配線基板の上面を光透過性の第 2 の樹脂で封止したことを特徴とする発光装置。

20 【請求項 8】 請求項 7 に記載の発光装置の製造方法であって、

前記発光素子の n 電極及び p 電極または前記サブマウント素子の第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上にマイクロバンプを形成する工程と、

前記発光素子と前記サブマウント素子の対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、

前記サブマウント素子を受け皿として、前記第 1 の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布する工程とを備えた発光装置の製造方法。

30 【請求項 9】 請求項 8 に記載の発光装置の製造方法において、

前記発光素子の p 電極及び n 電極または前記サブマウント素子の第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、

ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子の n 電極及び p 電極を前記サブマウント素子の対向する第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、

40 前記ウエハー状態のサブマウント素子を受け皿として、前記第 1 の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、

前記第 1 の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、

50 チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素

子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電気的接続を取りながら固定する工程と、  
前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項 10】 請求項 8 に記載の発光装置の製造方法において、

前記発光素子の主光取り出し面と、その上に塗布された前記第 1 の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方を前記サブマウント素子の裏面電極形成面と平行にするための研磨工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の発光装置の製造方法において、

前記発光素子の n 電極及び p 電極上、またはウェハー状態の前記サブマウント素子の第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、

ウェハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子の n 電極及び p 電極を前記サブマウント素子の対向する第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電気的に接続する工程と、

前記ウェハー状態のサブマウント素子上に搭載された前記発光素子の主光取り出し面が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、

前記ウェハー状態のサブマウント素子を受け皿として、前記第 1 の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、

前記ウェハー状態のサブマウント素子上に形成された前記第 1 の樹脂の前記主光取り出し面上の外郭面（天面）が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、

前記第 1 の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウェハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電気的接続を取りながら固定する工程と、

前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の発光装置の製造方法において、

前記 2 つの研磨工程のうちいずれか一方のみを備えた発光装置の製造方法。

【請求項 13】 請求項 9、11 または 12 に記載の発光装置の製造方法において、

前記マイクロバンプは、鍍金工程により形成されることを特徴とする発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光透過性基板上に形成された半導体膜で構成される発光ダイオード、発光レーザーダイオード等の発光素子と該発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質または発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した樹脂とを有する複合発光素子と発光装置及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光波長を蛍光物質を用いて波長変換する技術は、かなり以前から知られている。例えば、ネオン管のガラスの内壁面に蛍光物質を塗布し、オレンジ色の発光を緑色光に変換したものや、GaAs の赤外光発光の発光ダイオード（以下、LED と記す）で、モールド樹脂内に蛍光物質を混ぜて、赤外光を緑色光に変換するものなどが良く知られている。最近では、青色発光の GaN 系化合物半導体発光素子（以下、GaN・LED 素子と記す）に蛍光物質を用いて白色に発光させる白色 LED ランプが製品化されている。図 12 (a)、

(b) は、白色 LED ランプに使用されている GaN・LED 素子の平面図、C-C 線断面図である。図 13 は、製品化されている従来の白色 LED ランプの断面図である。この GaN・LED 素子 60 は、サファイア基板 61 の上面に、GaN バッファ層 62 と、n 型 GaN 層 63 と、n 型 AlGaIn 層 64 と、InGaIn の SQW 層 65 と p 型 AlGaIn 層 66 と、p 型 GaN 層 67 とが順に積層された量子井戸構造を有している。n 型 GaN 層 63 の上面は、下段部と上段部とからなる階段状に形成されており、下段部における n 型 GaN 層 63 の上面には、Ti と Au よりなる n 電極 68 が形成されている。また、上段部における n 型 GaN 層 63 の上面に、上述の n 型 AlGaIn 層 64 と、InGaIn の SQW 層 65 と、p 型 AlGaIn 層 66 と、p 型 GaN 層 67 とが順に積層されている。そして、p 型 GaN 層 67 の上面には、Ni と Au よりなる電流拡散用の透明電極 69 が形成され、さらにその上に p 電極 70 が形成されている。GaN・LED 素子 60 全体の上面は、ボンディングパッドの部分を除いて、保護膜 71 でオーバーコートされている。この GaN・LED 素子 60 は絶縁性のサファイア基板 61 を用いて構成されているため、両電極はともに、サファイア基板 61 の上面側に形成されている。そして、この GaN・LED 素子 60 は、絶縁性の接着剤 81 を介してリードフレーム 80 a 先端のダ

イパッドにダイスボンディングされている。GaN・LED素子60のn電極68はAuワイヤー82aを介してリードフレーム80aに接続され、p電極70はAuワイヤー82bを介してリードフレーム80bに接続されている。そして、光反射カップ80c内部には、第1の樹脂83が充填されGaN・LED素子60を覆っており、第1の樹脂83には、GaN・LED素子60の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質84が含有されている。そして、GaN・LED素子60を搭載しているリードフレーム80a、80bの先端部分が透光性の第2の樹脂(エポキシ樹脂)85でモールドされて、白色LEDランプが構成されている。

【0003】また、白色チップLED(図示せず)の場合、反射カップの代わりに筐体の器の中のマウント部にGaN・LED素子60を搭載し、筐体の器を第1の樹脂83で充填している。

【0004】この白色LEDランプ又は白色チップLEDが白色に発光する原理は、光反射カップ80cや筐体の器の内部に充填された第1の樹脂83中に、GaN・LED素子60が発する青色波長の光を青色と補色の関係にある波長の光(黄緑色の光)に変換する蛍光物質84を分散させる事により、青色波長のままで第1の樹脂83を透過した光と、蛍光物質84で黄緑色に変換された光とが混ざりあっているために、白色光に見えるのである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図13に示すような白色LEDランプや白色チップLEDは、次のような課題がある。

【0006】第1に、蛍光物質84を含有した第1の樹脂83を、光反射カップ80cや筐体の器内部に充填させることにより、GaN・LED素子60をこの第1の樹脂83で被覆するという構造をとっているために、光反射カップ80cや筐体の器を持たない品種には適応できないといった課題である。

【0007】第2に、このような光反射カップ80cや筐体の器内に第1の樹脂83を充填する方法では、樹脂の充填量や樹脂内に含有される蛍光物質の濃度のバラツキを制御することは困難となり、その結果、白色の色度のバラツキが大きくなり、要求される色度の生産歩留まりが低下するといった課題である。

【0008】第3に、前記白色LEDランプや白色チップLEDに使用されているGaN・LED素子60は、GaN系青色LEDランプに使用されている素子と同じもので、素子材料の物理定数(例えば、誘電率 $\epsilon$ )や素子構造に起因して、静電気に非常に弱いという弱点がある。例えば、この白色LEDランプと静電気がチャージされたコンデンサーとを対抗させて両者間に放電を生じさせた場合、順方向でおよそ100Vの静電圧で、また、逆方向でおよそ30Vの静電圧で破壊される。この

値は、他のバルク化合物半導体(GaPやGaAlAsなど)で構成されるLED素子と比較して非常に小さな値である。そのため、外部から静電気が印加されないような保護処理を施さずにLEDランプを取り扱っていると、内部のGaN・LED素子60がすぐに破壊されてしまうという課題である。

【0009】前記課題のうち第1と第3の課題は、すでに本発明者によって、特願平09-192135号公報で提言した。本発明では、第2の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、光反射カップや筐体の器の有無に関わりなく、蛍光物質を含有した第1の樹脂がGaN・LED素子の周囲に被覆可能となる構造であり、白色の色度制御が可能でバラツキも小さく生産歩留まりが向上できる複合発光素子とそれを用いた発光装置およびそれらの製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために講じた本発明の複合発光素子に関する手段は、光透過性基板の上にn型半導体層及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続するn電極及びp電極が形成された発光素子と、前記半導体発光素子を搭載し、それと対向する面上に第1および第2の対向電極と反対の面に裏面電極を持ち、前記第1および第2の対向電極はそれぞれ前記n電極及びp電極にマイクロバンプを介して導通接合しているとともに、前記第1および第2の対向電極のうち一方の電極はボンディングパッド領域があり、他方の電極は前記裏面電極に導通しているサブマウント素子と、前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または前記発光素子の発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した第1の樹脂とを備えるとともに、前記第1の樹脂が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されている複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面(天面)のいずれか一方または両方が受け皿となる前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるようにすることである。

【0011】白色の色度は、発光素子の主光取り出し面(光透過性基板の天面)上の蛍光物質を含有した第1の樹脂の厚みに最も大きく依存するので、その厚みを精度良く制御すればよい。そのためには、サブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にし、この面からの厚みで制御することが良い方法である。つまり、色度のバラツキは、発光素子の主光取り出し面とその上の第1の樹脂の外郭面の天面とが基準面に平行になれば、第1の樹脂の厚みが精度良く均一になり、最小になる。これにより目的を達成できる。

【0012】また、本発明の製造方法に関する手段は、前記発光素子のn電極及びp電極または前記サブマウント素子の第1の対向電極及び第2の対向電極上にマイクロバンプを形成する工程と、前記発光素子と前記サブマウント素子の対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布する工程とを備えた製造方法であり、マイクロバンプを用いたフリップチップ接合工法に高さ制御をすることにより、また第1の樹脂の塗布工法にスクリーン印刷法を用いることにより、基準面であるサブマウント素子の裏面電極形成面に前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方をほぼ平行にすることが可能である。また、さらに精度良く制御するためには、前記発光素子の主光取り出し面と、その上に被覆された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方を前記サブマウント素子の裏面電極形成面と平行にするための研磨工程とを追加すれば良い。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】請求項1に記載の発明は、光透過性基板の上にn型半導体層及びp型半導体層を積層し、前記光透過性基板を上面向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはn型半導体層及びp型半導体層に接続するn電極及びp電極が形成された発光素子と、前記半導体発光素子を搭載し、それと対向する面上に第1および第2の対向電極と反対の面に裏面電極を持ち、前記第1および第2の対向電極はそれぞれ前記n電極及びp電極にマイクロバンプを介して導通接合しているとともに、前記第1および第2の対向電極のうち一方の電極はボンディングパッド領域があり、他方の電極は前記裏面電極に導通しているサブマウント素子と、前記発光素子の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質、または前記発光素子の発光波長を一部吸収するフィルター物質を含有した第1の樹脂とを備えるとともに、前記第1の樹脂が、前記サブマウント素子を受け皿として、前記サブマウント素子の上に配置された前記発光素子を覆うように塗布されている複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第1の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方が受け皿となる前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行であることを特徴とする複合発光素子である。

【0014】これにより、白色の色度は、発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）上の蛍光物質を含有した第1の樹脂の厚みに大きく依存するので、その厚みを精度良く制御するには、サブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にし、この面からの厚みで制御することが良い方法である。そして、色度のバラツキを最小と

するためには、発光素子の主光取り出し面とその上の第1の樹脂の外郭面とが基準面に平行になればよい。すなわち、第1の樹脂の厚みが精度良く均一になるという作用がある。

【0015】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の複合発光素子において、前記第1の樹脂は、光透過性の樹脂に前記蛍光物質を50～90重量%の割合で含有していることを特徴とする複合発光素子である。

【0016】これにより、白色の色度を実現するための蛍光物質の含有率が最適化されるとともにスクリーン印刷も可能になるという作用がある。

【0017】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の複合発光素子において、前記発光素子の主光取り出し面上の前記第1の樹脂の厚み $t$ がほぼ一定で、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする複合発光素子である。

【0018】これにより、白色の色度を実現する発光素子の主光取り出し面上の第1の樹脂の厚みが最適化されるという作用がある。

【0019】請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の複合発光素子において、前記第1の樹脂の前記発光素子の主光取り出し面及び側面からの厚さがほぼ均一で、その厚み $t$ が、 $20\mu\text{m} \leq t \leq 110\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とする複合発光素子である。

【0020】これにより、発光素子の主光取り出し面（天面）上のみではなく、その側面も含めた発光素子の外郭面からの第1樹脂の厚みを最適化するので、色ムラのない良好な白色発光が得られるという作用がある。

【0021】請求項5に記載の発明は、請求項1, 2, 3または4に記載の複合発光素子において、前記発光素子は、光透過性の基板と該基板上に形成されたGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>系化合物半導体層とを有するGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>系化合物半導体発光素子であり、前記サブマウント素子は、一方の面付近にn型半導体層とそれにオーミック接続する第1の対向電極及びp型半導体層とそれにオーミック接続する第2の対向電極を形成した横型のSiダイオードであることを特徴とする複合発光素子である。

【0022】これにより、Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>・LED素子の下敷きとしてのSiダイオード素子が、蛍光物質やフィルター物質を含む第1の樹脂の受け皿となるために、光反射カップや筐体の器の有無に関係なく、Ga<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>・LED素子を覆うように第1の樹脂を塗布できる構造になるとともに、光透過性のサファイア基板を用いたGa<sub>0.4</sub>N<sub>0.6</sub>・LED素子が静電気に弱い素子であるにもかかわらず、静電気破壊に対する耐性の高い複合発光素子が得られるという作用がある。また、横型のSiダイオード素子とすることにより、発光素子との電氣的接続を行う部分と外部部材との電氣的接続を行う部分とを形成することが容易となるという作用がある。

【0023】請求項6に記載の発明は、請求項1, 2,

3 または 4 に記載の複合発光素子において、前記発光素子が、光透過性の基板と該基板上に形成された GaN 系化合物半導体層とを有する GaN 系化合物半導体発光素子であり、前記サブマウント素子が、第 1 の対向電極と第 2 の対向電極のうち一方が導電性基板の表面に対して絶縁状態となり、他方が導通状態となるように形成された導電性 Si の補助素子であることを特徴とする複合発光素子である。

【0024】光透過性の SiC 基板を用いた GaN・LED 素子の場合、静電気に強いので Si ダイオード素子を用いる必要はなく、上記導電性 Si のサブマウント素子を用いることにより、請求項 5 と同じ作用がある。

【0025】請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 から 6 に記載の複合発光素子を用いた発光装置であって、リードフレーム又はプリント配線基板のマウント部に前記複合発光素子のサブマウント素子の裏面電極を下にして導電性ペーストを介して搭載し、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と外部リードとをワイヤーを介して接続し、前記複合発光素子を含む前記リードフレームの先端部又はプリント配線基板の上面を光透過性の第 2 の樹脂で封止したことを特徴とする発光装置である。

【0026】これにより、反射カップや筐体の器の有無に関わりなく、静電気に強く、色度のバラツキの少ない様々なタイプの白色発光の発光装置が実現できるという作用がある。

【0027】請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載の発光装置の製造方法であって、前記発光素子の n 電極及び p 電極または前記サブマウント素子の第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上にマイクロバンプを形成する工程と、前記発光素子と前記サブマウント素子の対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記サブマウント素子を受け皿として、前記第 1 の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布する工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0028】これにより、マイクロバンプを用いたフリップチップ接合法に高さ制御機能を備えることは可能であり、また第 1 の樹脂の塗布工法にスクリーン印刷法を用いることも可能であるため、基準面であるサブマウント素子の裏面電極形成面に前記発光素子の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された前記第 1 の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方をほぼ平行にすることが可能となるといった作用がある。

【0029】請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の発光装置の製造方法において、前記発光素子の p 電極及び n 電極または前記サブマウント素子の第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子の n 電極及び p 電極を前記サ

ブマウント素子の対向する第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子を受け皿として、前記第 1 の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記第 1 の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電氣的接続を取りながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0030】これにより、受け皿としてのサブマウント素子をウエハーの形状で取り扱えるので、第 1 の樹脂の塗布工程において、ウエハー単位にパターニング可能なスクリーン印刷の方法で行うことができ、狙いの色度でバラツキの少ない発光装置の高精度で高効率な製造方法が実現できるという作用がある。請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 に記載の発光装置の製造方法において、前記発光素子の主光取り出し面と、その上に塗布された前記第 1 の樹脂の外郭面（天面）のいずれか一方または両方を前記サブマウント素子の裏面電極形成面と平行にするための研磨工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0031】これにより、サブマウント素子の裏面電極形成面を基準面とした研磨工程で、発光素子の主光取り出し面上の第 1 の樹脂の設計厚みをさらに精度よくコントロールできるので、希望する色度の白色を歩留まりよく製造することができるという作用がある。

【0032】請求項 11 に記載の発明は、請求項 10 に記載の発光装置の製造方法において、前記発光素子の n 電極及び p 電極上、またはウエハー状態の前記サブマウント素子の第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に前記マイクロバンプとしてスタッドバンプを形成する工程と、ウエハー状態の前記サブマウント素子を下に置き、前記発光素子を電極形成面を下にして、前記発光素子の n 電極及び p 電極を前記サブマウント素子の対向する第 1 の対向電極及び第 2 の対向電極上に位置合わせをし、前記マイクロバンプを接触させて溶着し、前記サブマウント素子上に前記発光素子を固定するとともに、対向する電極間を前記マイクロバンプを介して電氣的に接続する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子上に搭載された前記発光素子の主光取り出し面が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子を受

け皿として、前記第1の樹脂を前記発光素子を覆うように塗布し硬化する工程と、前記ウエハー状態のサブマウント素子上に形成された前記第1の樹脂の前記主光取り出し面上の外郭面(天面)が前記サブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になるように研磨する工程と、前記第1の樹脂で被覆された前記発光素子と前記サブマウント素子の複合発光素子が形成された前記ウエハーをチップ単位に分割する工程と、チップ化された前記複合発光素子をリードフレーム又はプリント配線基板等のマウント部に前記サブマウント素子の裏面電極を下にして搭載し、導電性ペーストを介し電氣的接続を取りながら固定する工程と、前記サブマウント素子のボンディングパッド領域と前記リードフレーム又はプリント配線基板等のリード部間をワイヤーで接続する工程とを備えた発光装置の製造方法である。

【0033】これにより、ウエハー状のサブマウント素子上に発光素子を電極形成面を下にして搭載接合した後、発光素子の主光取り出し面の傾きやチップ毎の高さのバラツキを揃えるために、ウエハー状のサブマウント素子の裏面電極形成面を基準面にしてそれと平行に研磨し、さらに、第1の樹脂を発光素子を覆うように塗布した後に第1の樹脂の外郭面をそろえるために、同様な研磨を行なうことにより、第1の樹脂はウエハー全面で発光素子の上に均一に希望する厚みで被覆されるように仕上げることができるので、希望する色度の白色を歩留まりよく製造することができるという作用がある。

【0034】請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の発光装置の製造方法において、前記2つの研磨工程のうちいずれか一方のみを備えた発光装置の製造方法である。

【0035】これにより、ウエハー状のサブマウント素子上に搭載される発光素子の高さのバラツキや傾きが、チップ接合ボンダーで設備能力的に制御可能な場合は、第1の樹脂の研磨のみでよく、また、第1の樹脂の塗布工程がスクリーン印刷で、塗布後の外郭面を制御できる場合は、チップ接合後の研磨のみで希望する色度の白色を歩留まりよく製造することができるという作用がある。ただし、どちらの場合でも、制御の基準となる面は、ウエハー状のサブマウント素子の裏面電極形成面である。

【0036】請求項13に記載の発明は、請求項9、11または12記載の発光装置の製造方法において、前記マイクロバンプは、鍍金工程により形成される製造方法である。

【0037】これにより、マイクロバンプの小径化が可能となること、及びマイクロバンプが形成される位置精度が、スタッドバンプと比較して非常に良く、組立て歩留まりが向上するといった作用がある。

【0038】以下、本発明の実施の形態について図面を

用いて説明する。

【0039】(実施の形態1) 図1の(a)及び(b)は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図及び平面図である。本実施の形態の特徴は、基準面であるSiダイオード素子の裏面電極形成面に対し、青色発光のGaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された青色の光をその補色の光に変換する蛍光物質を含有した第1の樹脂の外郭面(天面)の両方がこの外郭面のエッジ部を除いてほぼ平行になっている点である。また、過電圧に弱い青色発光のGaN・LED素子1が、静電気保護機能を持つSiダイオード素子2上にマイクロバンプを介して搭載接合されている点と、GaN・LED素子1の発光波長を他の波長に変換する蛍光物質を含有した第1の樹脂16が、Siダイオード素子2を受け皿として、GaN・LED素子1を覆うように塗布されている点は、既に提案した特願平09-192135号公報と同じである。

【0040】図1の(a)に示すように、Siダイオード素子2上にGaN・LED素子1を重ねる状態で搭載し、GaN・LED素子1は、透光性のサファイア基板1aを上面向けてこれを主光取り出し面とするとともに、下面にはp型半導体層に接続するp電極5及びn型半導体層に接続するn電極6が形成されている。また、Siダイオード素子2は、GaN・LED素子1と対向する上面側にp型半導体領域2bに接続する第1の対向電極であるp電極7及びn型半導体領域2aに接続する第2の対向電極であるn電極8を有し、下面にはn型半導体領域2aに接続する裏面電極9が形成されている。Siダイオード素子2のp電極7およびn電極8は、GaN・LED素子1のn電極6及びp電極5に対向する配置で形成され、GaN・LED素子1のp電極5とSiダイオード素子2のn電極8とはAuマイクロバンプ12を介して、GaN・LED素子1のn電極6とSiダイオード素子2のp電極7とはAuマイクロバンプ11を介して、それぞれ電氣的に接続されているとともに、電極とマイクロバンプとの溶着により固定されている。さらにp電極7上の一部にはボンディングパッド部10が形成されており、裏面電極9とボンディングパッド部10とで外部部材に接続される構造となっている。また、GaN・LED素子1の青色光をその補色の黄緑光に変換する蛍光物質を含有した第1の樹脂16が、Siダイオード素子2を受け皿として、GaN・LED素子1を覆うように塗布されている。塗布の方法は、パターニングが可能なスクリーン印刷が最適である。それ以外に、例えば、ディスペンサーによるポッティングの方法でも可能である。

【0041】このような構成にすることにより、LEDランプやチップLEDに用いるリードフレームや筐体の配線基板の形状には関係なく、つまり、反射カップや筐体の器の有無に関係なく、蛍光物質を含む第1の樹脂1

6をGaN・LED素子1を覆うように塗布した発光装置が実現できる。

【0042】前記構成で、蛍光物質を、GaN・LED素子1が発する青色光を青色の補色光に変換する蛍光物質に選ぶことにより、青色のままで第1の樹脂16を透過した光と、蛍光物質で青色の補色に変換された光とが混ざりあって、白色光が得られる。

【0043】また、前記GaN・LED素子1で発光される光は、サファイア基板1a側から上方に取り出される。そのため、GaN・LED素子1のp電極5側には、従来のGaN・LED素子1に形成されたような電流拡散用の透明電極(図12(a),(b)に示す符号69で示される部材)は必要でなく、電流拡散用の部材としては、厚膜のp電極5のみあればよい。

【0044】図2は、本実施の形態の複合発光素子が内蔵する保護回路を説明するための回路図である。

【0045】図2に示すように、保護機能を持つSiダイオード素子2とGaN・LED素子1とを逆極性の関係で並列に接続つまり互いのp電極とn電極とのうち逆極性の電極同士を接続して、GaN・LED素子1に外部から高電圧が印加されないようにしたものである。また、GaN・LED素子1のp側には、直列にSiダイオード素子2のn型基板の抵抗性分がつながり、小さな値であるが保護抵抗Rとして働く。

【0046】この場合、Siダイオード素子2の順方向動作電圧は約0.9Vであるので、GaN・LED素子1に印加される逆方向の電圧は0.9Vでカットオフされる。また、Siダイオード素子2の逆方向ブレイクダウン電圧(ツェナー電圧)は10V近傍に設定可能であるため、GaN・LED素子1に印加される順方向電圧も保護抵抗Rとツェナー電圧の働きで保護される。上述のように、GaN・LED素子1の順方向破壊電圧値は100V程度であり、逆方向破壊電圧値は30V程度であるので、このような構成により、静電気等の高電圧の印加によるGaN・LED素子1の破壊を確実に防ぐことができる。

【0047】つまり、GaN・LED素子1の順方向破壊電圧、逆方向破壊電圧をそれぞれ $V_{f1}$ 、 $V_{b1}$ とし、Siダイオード素子2の順方向動作電圧、逆方向ブレイクダウン電圧をそれぞれ $V_{f2}$ 、 $V_{b2}$ とし、GaN・LED素子1の動作電圧をVFとすると、下記の関係

$$V_{f2} < V_{b1}$$

$$V_{b2} < V_{f1}$$

$$V_{b2} > VF$$

が成立していればよい。

【0048】次に、本実施の形態の複合発光素子Wの各部の詳細構造を説明する。

【0049】図3(a)及び(b)は、本実施の形態のGaN・LED素子1の平面図及びA-A線断面図であ

る。同図に示すように、GaN・LED素子1は、サファイア基板1aの上面に、AlNバッファ層31と、n型GaN層32と、n型AlGaN層33とInGaNとGaNから成る青色の光を発するMQW層34と、p型AlGaN層35と、p型GaN層36とが順に積層された量子井戸構造を有している。n型GaN層32の上面は、上面のごくわずかの部分を占める下段部と残りの大部分を占める上段部とからなる階段状に形成されており、下段部におけるn型GaN層32の上面には、Alよりなるn電極6が形成されている。また、上段部におけるn型GaN層32の上面に、上述のn型AlGaN層33と青色の光を発するMQW層34と、p型AlGaN層35と、p型GaN層36とが順に積層されている。そして、p型GaN層36の上面には、電流拡散用の透明電極を設けることなく直接、Ag、Ti、Auよりなるp電極5が設けられている。本実施の形態におけるGaN・LED素子1の平面的なサイズは、一辺が0.3mm程度の正方形である。

【0050】図4(a),(b)は、本実施の形態のSiダイオード素子2の平面図及びB-B線断面図である。図4(a),(b)に示すように、このSiダイオード素子2のn型シリコン基板21内に選択的に不純物イオンの注入を行うことによりp型半導体領域22が形成されており、逆方向ブレイクダウン電圧が10V近傍に設定されている。その後、Siダイオード素子2のp型半導体領域22及びn型シリコン基板21(n型半導体領域)の上に、Alよりなるp電極7及びn電極8が形成され、p電極7の一部がボンディングパッド部10となる。また、n型シリコン基板21の下面には、リードと電氣的に接続するためのAu、Sb、Niよりなる裏面電極9が形成されている。本実施の形態におけるSiダイオード素子2の平面的なサイズは、 $0.4 \times 0.6$ mm程度である。

【0051】本実施の形態によると、GaN・LED素子1が発する青色光のうち青色のままで蛍光物質を含有した第1の樹脂16を透過した光と、蛍光物質により青色の補色に変換された光とが混ざりあって、白色光が得られるが、白色の色度は、GaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)上の第1の樹脂の厚みに最も大きく依存するので、基準面であるSiダイオード素子の裏面電極形成面にGaN・LED素子1の主光取り出し面(光透過性基板の天面)とこの面上に塗布された第1の樹脂の外郭面(天面)の両方がこの外郭面のエッジ部を除いてほぼ平行になっているので、その厚みを精度良く制御でき、希望の色度でバラツキの少ない白色発光の発光装置を得ることができる。

【0052】また、本実施の形態では、Siダイオード素子2が受け皿の役目と静電気保護素子の役割を果たすので、反射カップや筐体の器の有無に関係なく、蛍光物質を含む第1の樹脂16をGaN・LED素子1を覆う



ように塗布した発光装置や静電気等の高電圧に対する保護機能を内蔵した信頼性の高い発光装置が得られることになる。

【0053】また、本実施の形態では、GaN・LED素子1は、マイクロバンプによりSiダイオード素子2上にフリップチップ実装されて、両者で複合発光素子を形成しているため、両者間の接続に際してはワイヤーボンディングのための広いボンディングパッド部が不要となり、複合発光素子全体を小型化できるとともに、発光に寄与しないn電極6及びその周囲部分の面積を狭くできるため、発光面積を維持したままチップサイズを小さくできる。また、透明なサファイヤ基板1a側から光を取り出すので、従来の図13に示すようなGaN・LED素子60の電極形成面側から光を取り出す場合に比べ、光を遮る電極がないので光の取り出し効率が向上するという利点も得られる。従って、マイクロバンプによるフリップチップ接続を行うことで、高価な化合物半導体基板面積の低減によるコストの削減と、発光能力の増大とを図ることができる。

【0054】さらに、本実施の形態では、放熱の利点が20 揚げられる。図13の従来構造の場合、GaN・LED素子60で発生した熱は、周囲の前記蛍光物質を含有した第1の樹脂83や長くて細いAuワイヤー82a、82b及びサファイヤ基板61に放熱されるが、第1の樹脂83やサファイヤ基板61は熱伝導率が小さいために、また、熱伝導率が大きいAuワイヤー82a、82bも長くて直径が25〜30μmと小さいので、放熱が不十分となり、通電を続けると熱がこもり、蛍光物質を含有した第1の樹脂83の周囲が変色し、光の取り出し効率が低下し、輝度劣化の原因となる。これに対して本30 実施の形態では、GaN・LED素子1で発生した熱は、p電極5から直径が100μmで厚さが15μmのマイクロバンプ11、12を経由して、熱伝導率が良くてヒートシンクにも使われるSi基板のSiダイオード素子2から外部部材に放熱されるため、放熱は十分に行え、輝度劣化の原因である第1の樹脂16の変色も起こらず、信頼性の高い発光装置が得られる。

【0055】（実施の形態2）図5は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図である。本実施の形態は、図5に示すように、複合発光素子の構成は、図140 におけるSiダイオード素子2の代わりに、導電性Si基板41の表面に対して絶縁状態となるように形成された第1の対向電極42、および導通状態となるように形成された第2の対向電極43を有する補助素子40を用いた以外は第1の実施の形態と同じ構成である。

【0056】図6は、本実施の形態の補助素子40の平面図である。この補助素子40の導電性Si基板41の上面に部分的に絶縁膜46が形成されており、その上に導電性Si基板41と絶縁の状態となるようにボンディングパッド領域44を有する第1の対向電極42が形成

され、さらに、導電性Si基板41と導通の状態となるように第2の対向電極43が形成されている。また、導電性Si基板41の下面上には、リードと電氣的に接続するための裏面電極45が形成されている。この補助素子40は、静電気保護素子としての機能は考慮されていないので、GaN・LED素子1のn電極とp電極に対向する第1及び第2の対向電極は、逆であってもかまわない。

【0057】本実施の形態における補助素子40の平面的なサイズは、0.4×0.6mm程度である。

【0058】補助素子40上にGaN・LED素子1を搭載する手順については、実施の形態1と同じ方法であり、図1のSiダイオード素子2のp電極7、n電極8、裏面電極9の代わりに、図5の補助素子40の第1の対向電極42、第2の対向電極43、裏面電極45で置き換えることにより、同じ手順となる。

【0059】この実施の形態の場合も、実施の形態1と同様に、基準面である補助素子40の裏面電極形成面にGaN・LED素子1の主光取り出し面（光透過性基板の天面）とこの面上に塗布された第1の樹脂の外郭面（天面）の両方がこの外郭面のエッジ部を除いてほぼ平行になっているので、その厚みを精度良く制御でき、希望の色度でバラツキの少ない白色発光の発光装置を得ることができる。

【0060】また、前記のように補助素子40は、静電気保護素子としての機能は持たないが、蛍光物質を含有した第1の樹脂16の受け皿としての機能及び、マイクロバンプ11、12によるフリップチップ接続を行うことで、高価な化合物半導体基板面積の低減によるコストの削減と、透明なサファイヤ基板1a側から光を取り出すことができるので、発光能力の増大とを図ることができる。

【0061】さらに、放熱の改善により、輝度劣化のない信頼性の高い発光装置を得ることができる。

【0062】前記各実施の形態では、発光素子としてGaN・LED素子1を備えた複合発光素子について説明したが、本発明は斯かる実施の形態に限定されるものではなく、例えば、GaN系のレーザーダイオード素子を備えた複合素子や、GaN系以外の光透過性基板上に設けられる発光素子を搭載した複合素子であってもよい。

【0063】（実施の形態3）図7は、本発明の一実施の形態による複合発光素子の断面図である。本実施の形態の特徴は、実施の形態1及び2の複合発光素子において、白色発光の色度とそのバラツキを更に精度良く制御するために、GaN・LED素子1の主光取り出し面（光透過性のサファイヤ基板1aの天面）とこの面上に塗布された第1の樹脂16の外郭面（天面）の一方又は両方を、受け皿となるサブマウント素子（Siダイオード素子2又は補助素子40）の裏面電極形成面とほぼ平行にした点である。

【0064】図7の(a)は、第1の樹脂16の天面を、また(b)は第1の樹脂16とGaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面の両方をサブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行にした場合である。Siダイオード素子2上に搭載されている青色GaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面上に青色の光を受けて青色の補色の光を発する蛍光物質を含有した第1の樹脂16が被覆されている。白色の光は、青色のまま第1の樹脂16を透過した光と、蛍光物質で青色の補色\*

厚さ(μm)	10	20	50	100	110	120
含有率(%)						
90	x 0.19 y 0.24	x 0.22 y 0.27	x 0.23 y 0.28	x 0.23 y 0.28	x 0.24 y 0.29	x 0.24 y 0.29
50	x 0.20 y 0.25	x 0.25 y 0.30	x 0.28 y 0.33	x 0.30 y 0.35	x 0.30 y 0.35	x 0.36 y 0.41
90	x 0.24 y 0.29	x 0.30 y 0.35	x 0.32 y 0.37	x 0.33 y 0.38	x 0.35 y 0.40	x 0.37 y 0.42

【0066】測定に際しては、光透過性の樹脂としてエポキシ樹脂を用い、蛍光物質としては、(Y, Gd)<sub>3</sub>(Al, Ga)<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ceを用いた。

【0067】表1から明らかなように、第1の樹脂16の厚さDが20~110μmであって、蛍光物質の含有率が50~90重量%のとき、白色(x=0.25~0.40, y=0.25~0.40)の値に近似した値の発光色が得られることが判る。

【0068】蛍光物質の前記含有率の第1の樹脂16、例えば含有率50%のものを用いて、色度座標(x, y)=(0.28, 0.33)の白色光を得るには、第1の樹脂16の厚みDは、50μmに設定する必要がある。青色GaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面上に精度良く均一に50μmの第1の樹脂16の層を形成するには、ウエハー状のサブマウント素子であるSiダイオード素子2の裏面電極9の形成面(又は上面のp電極7及びn電極8の形成面でも良いが表面に凹凸構造があるために裏面が好ましい)を基準面にして、ウエハー状のSiダイオード素子2上にサファイア基板1aの天面が基準面と平行になるように青色発光のGaN・LED素子1を搭載接合し、その上に第1の樹脂16を50μmの厚みでそれと平行になるようにスクリーン印刷の方法で塗布する工法が最もコントロールしやすい(実施の形態1及び2)。この場合、第1の樹脂の外郭面のエッジ部に角が立つためにこれをなくすためと、厚みDとをより精度良くするため、第1の樹脂16を厚めに塗布しておき、基準面に平行に研磨することにより制御する。このような方法であれば任意の色度にコントロールすることも可能であるし、ウエハー面内でバラツキも極めて小さくなる。また、図7の(a)に示すように基準面と平行に青色GaN・LED素子1を搭載接合することが困難な場合もGaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面の中心から、第1の樹脂16の天面までの厚みDを設定値50μmにすれば良いし、また、図7の(b)のようにGaN・LED素子1をウエハー

\*に変換された光とが混ざりあって得られるために、その色度は、第1の樹脂16中に含まれている蛍光物質の含有率と第1の樹脂16の厚みDが重要な要素になる。本発明者らは、ドミナント波長が465nmから470nmの青色GaN・LED素子1を用いて第1の樹脂16中の蛍光物質の含有率と厚みDが色度座標(x, y)にどのように関係するかを調べ、表1に示す結果を得た。

【0065】

【表1】

に搭載後、基準面に平行になるように研磨工程を入れればよい。その結果として、図7の(a)又は(b)のように白色の色度およびそのバラツキがコントロールされた複合発光素子は、GaN・LED素子1のサファイア基板1aの天面とこの面上に塗布された第1の樹脂16の外郭面(天面)の一方または両方がサブマウント素子の裏面電極形成面とほぼ平行になっている。

【0069】また、本実施の形態でGaN・LED素子1がSiC基板を用いたもの場合は、静電気に強いので、Siダイオード素子2を補助素子40に置き換えても良い。

【0070】(実施の形態4)図8及び図9は、本発明の一実施の形態による発光装置の断面図である。本実施の形態は、前記複合発光素子を用いた白色LEDランプ及び白色チップLEDである。

【0071】図8に示す白色LEDランプは、反射カップ50cを持つリードフレーム50a先端のダイパッド上に、前記白色発光の複合発光素子Wが、Siダイオード素子2下面の裏面電極9をダイパッドに接触させながら、Agペースト51によりダイスボンディングされ、更に、Siダイオード素子2のp電極のボンディングパッド部10とリードフレーム50bとが、Auワイヤー52により接続されている。リードフレーム50aのダイパッド側面には光を上方に反射させるための反射カップ50cが取り付けられている。リードフレーム50a, 50bの先端部分全体が第2の樹脂53の光透過性のエポキシ樹脂でモールドされて、LEDランプが構成されている。

【0072】図9に示す白色チップLEDは、絶縁性基板55にリード55a, 55bが形成され、一方のリード55aの上に前記白色発光の複合発光素子Wが、Siダイオード素子2下面の裏面電極9を下にして搭載され、Agペースト56により導通固定され、更に、Siダイオード素子2のp電極のボンディングパッド部10と他方のリード55bとが、Auワイヤー57により

接続されている。そして、複合発光素子W及びAuワイヤー57を含んだボンディングエリア全体を透明なエポキシ樹脂58でモールドされて、チップLEDが構成されている。

【0073】このようなチップLEDの分野では、リード55a, 55bから透明なエポキシ樹脂58の上端までの厚さTを薄くすることが、薄型化による実装容積の低減の点から重要な要素であるが、白色発光の場合、筐体の器を形成するタイプのチップLEDに比べ、複合発光素子Wを用いる本実施の形態の方が、薄型化が可能であり優位性を持つ。なお、本実施の形態でSiダイオード素子2を補助素子40に置き換えても良い。

【0074】次に、前記複合発光素子及び発光装置の具体的な製造方法についてフローチャートに沿って説明する。

【0075】（実施の形態5）図10は、本発明の一実施の形態による発光装置の製造方法であり、この実施の形態の製造方法の特徴は、マイクロバンプをウエハー状のSiダイオード素子2の上面のp電極7及びn電極8上にスタッドバンプで形成すること、及びチップ化されたGa<sub>N</sub>・LED素子1をウエハー状のSiダイオード素子2上にチップ接合を行い、ウエハー3の状態で蛍光物質を含有した第1の樹脂16をGa<sub>N</sub>・LED素子1を覆うように塗布する点である。

【0076】素子プロセスにより、図3に示すようなGa<sub>N</sub>・LED素子1を製造する。このGa<sub>N</sub>・LED素子1は、前記したようにサファイア基板1aの上面に、Ga<sub>N</sub>系化合物半導体層を積層した量子井戸構造で、サファイア基板1aと反対の面上にAlよりなるn電極6とAgとTiとAuよりなるp電極5が形成されている。Ga<sub>N</sub>・LED素子1は、ウエハーの状態でシートに張り付け、チップ単位にブレイク後、ピックアップしやすいうようにシートをエキスパンドしている（LEDチップ）。図10は、この状態から記述されている。

【0077】一方、Siウエハー3に、図4に示すSiダイオード素子2を行列状に形成し、その上面のp電極7及びn電極8上にスタッドバンプ形成法でマイクロバンプ11, 12を形成する（バンプ形成）。次にボンダー25でGa<sub>N</sub>・LED素子1を電極形成面を下にしてピックアップし、前記Siダイオード素子2の対向するp電極7及びn電極8に位置合わせをし、マイクロバンプ11, 12を接触させながら熱、超音波、荷重を組み合わせることで、電気的接続をとりながら固定させる（チップ接合）。このチップ接合のタクトは、Ga<sub>N</sub>・LED素子1の認識、搬送、位置合わせ、接合を約3秒以下で行うことができる。また、この時の位置合わせ精度は、15μm以下である。このチップ接合で、Ga<sub>N</sub>・LED素子1とSiダイオード素子2との間に15μmの隙間が空き、ショート不良はほとんど発生しない。

【0078】その後、前記Ga<sub>N</sub>・LED素子1とSiダイオード素子2の一体化素子が形成された前記ウエハー3上に、蛍光物質を含有した第1の樹脂16をGa<sub>N</sub>・LED素子1を覆うように塗布する（蛍光物質塗布）。この場合、Siダイオード素子2のボンディングパッド部10を第1の樹脂16で汚さないようにスクリーン印刷などのパターンニング可能な方法で行う。

【0079】次に、第1の樹脂16の塗布済み複合発光素子Wが形成されたウエハー3をシートに張り付け、ダイサー26によりチップ単位に分割（ダイシング）し、複合発光素子Wのチップが形成される。

【0080】その後、複合発光素子Wをリードフレーム50aのマウント部上に前記Siダイオード素子2の裏面電極9を下にして、Agペースト51を介し、電気的接続を取りながら固定し（D/B）、前記Siダイオード素子2のボンディングパッド部10と他方のリード50b間をAuワイヤー52で接続（W/B）した後、複合発光素子Wを含むリードフレーム50の先端部を光透過性の第2の樹脂53（エポキシ樹脂）でモールド（封止）し、白色LEDランプができる。なお、前記実施の形態でリードフレームの代わりに絶縁性配線基板55と置き換えれば、白色チップLEDの製造方法となる。また、Siダイオード素子2を補助素子40と置き換えても良いし、スタッドバンプをメッキバンプに置き換えても良い。

【0081】（実施の形態6）図11は、本発明の一実施の形態による発光装置の製造方法であり、この実施の形態の製造方法の特徴は、第5の実施の形態の製造方法に、第1の樹脂16の厚みを設定値に均一にコントロールし、白色発光の色度とそのバラツキを最適化するための研磨工程を加えた点である。

【0082】図11のフローチャートで示すように、ウエハー状のSiダイオード素子2の上にGa<sub>N</sub>・LED素子1をチップ接合した状態は、主光取り出し面であるサファイア基板1aの天面を裏面電極9の形成面（基準面）に対して全てのチップで高さを揃え平行にすることは極めて困難である。その状態は図11のチップ接合の図に示すように傾いていたり、高さがデコボコであったり均一ではない。そこでチップ接合の後に、サファイア基板1aの高さ及び平行度を基準面に対して均一にするために研磨機27による研磨工程（チップ研磨）を入れる。研磨の際、そのダメージによりGa<sub>N</sub>・LED素子1が離脱しないようにSiダイオード素子2とGa<sub>N</sub>・LED素子1の隙間に樹脂（例えばレジストなど）を入れて接着強度を補強しても良い。

【0083】また、蛍光物質を含有した第1の樹脂16の塗布（蛍光物質塗布）の後、ウエハー3に接合した全てのチップで第1の樹脂16の厚みを設定値に近づけ、基準面に対し均一にするために研磨機27による研磨工程（蛍光物質研磨）を入れる。後は、実施の形態5と同

じである。

【0084】前記実施の形態でリードフレーム50の代わりに絶縁性配線基板55と置き換えれば、白色チップLEDの製造方法となる。また、Siダイオード素子2を補助素子40と置き換えても良いし、スタッドバンパをメッキバンパに置き換えても良い。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、発光素子の下敷きとしてのサブマウント部材が、蛍光物質やフィルター物質を含む第1の樹脂の受け皿となるために、光反射カップや筐体の器の有無に関係なく、発光素子を覆うように第1の樹脂を塗布できる構造となる。また、GaN・LED素子のごとく、絶縁基板上に形成されたp型半導体層及びn型半導体層を有する発光素子に対して、そのp型半導体層とn型半導体層との間に高電圧が印加されたときに両半導体層をバイパスして電流を流すためのダイオード素子等の静電気保護素子を並列接続させておく構造としたので、絶縁基板上に形成されながらも静電気等による破壊を防止する機能を持った信頼性の高い複合発光素子及び発光装置の提供を図ることができる。

【0086】さらに、発光素子と静電気保護素子との電気的接続状態や、発光素子からの光の取り出し手段を工夫することで、発光装置の小型化や光の取り出し効率の向上を、また、放熱についても改善された構造となる。

【0087】さらに、白色発光の色度とそのバラツキを制御するために、GaN・LED素子の主光取り出し面（光透過性のサファイア基板の天面）とこの面上に塗布された蛍光物質含有の第1の樹脂の外郭面（天面）を、受け皿となるサブマウント素子（Siダイオード素子又は補助素子）の裏面電極形成面を基準面にして研磨し、ほぼ平行にすることにより、希望する色度の白色発光の複合発光素子及び白色発光装置を歩留まり良く製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る複合発光素子であって、

(a) は断面図

(b) 平面図

【図2】第1の実施の形態に係る複合発光素子が内蔵する保護回路を説明するための回路図

【図3】第1の実施の形態に係るGaN・LED素子であって、

(a) は平面図

(b) は(a) A-A線矢視方向にみた断面図

【図4】第1の実施の形態のSiダイオード素子の構造を示す図であって、

(a) は平面図

(b) は断面図

【図5】第2の実施の形態に係る複合発光素子の断面図

【図6】第2の実施の形態の補助素子の構造を示す平面

図

【図7】第3の実施の形態の複合発光素子であって、

(a) は第1の樹脂の天面をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行にした場合の断面図

(b) は第1の樹脂とGaN・LED素子のサファイア基板の天面をサブマウント素子の裏面電極形成面と平行にした場合の断面図

【図8】第4の実施の形態の白色LEDランプの断面図

【図9】第4の実施の形態の白色チップLEDの断面図

【図10】第5の実施の形態の発光装置の製造方法を示すフローチャート

【図11】第6の実施の形態の発光装置の製造方法を示すフローチャート

【図12】製品化されている従来のGaN・LED素子であって、

(a) は平面図

(b) は(a)のC-C線矢視方向にみた断面図

【図13】製品化されているGaN系白色LEDランプの断面図

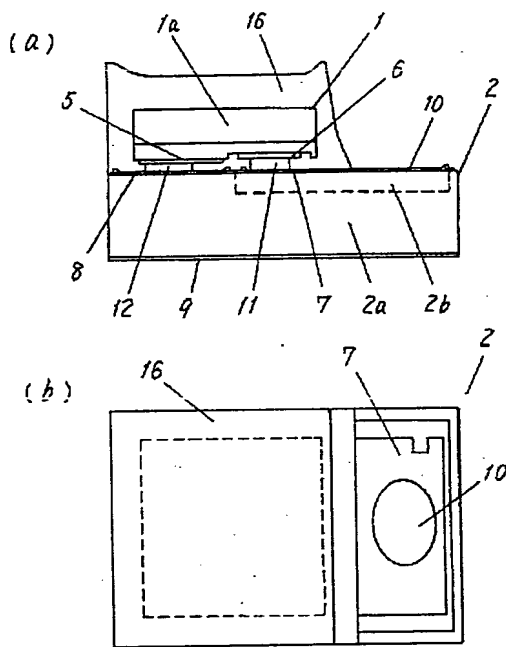
【符号の説明】

- 1 GaN・LED素子（発光素子）
- 1a サファイア基板
- 2 Siダイオード素子（静電気保護素子）
- 2a n型半導体領域
- 2b p型半導体領域
- 3 ウエハー
- 5 p電極
- 6 n電極
- 7 p電極
- 8 n電極
- 9 裏面電極
- 10 ボンディングパッド部
- 11, 12 マイクロバンパ
- 16 第1の樹脂
- 21 n型シリコン基板（n型半導体領域）
- 22 p型半導体領域
- 25 ボンダー
- 26 ダイサー
- 27 研磨機
- 31 AlNバッファ層
- 32 n型GaN層（n型半導体領域）
- 33 n型AlGaN層（n型半導体領域）
- 34 MQW層
- 35 p型AlGaN層（p型半導体領域）
- 36 p型GaN層（p型半導体領域）
- 40 補助素子
- 42 第1の対向電極
- 43 第2の対向電極
- 44 ボンディングパッド領域
- 45 裏面電極

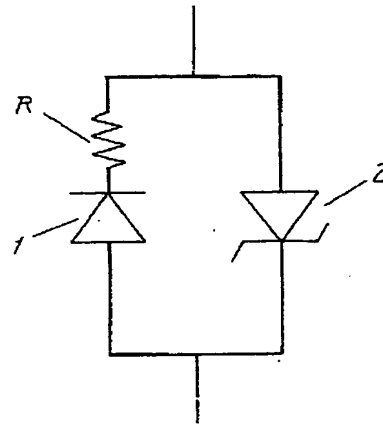
- 46 絶縁膜  
 50a, 50b リードフレーム  
 50c 反射カップ  
 51 Agペースト  
 52 Auワイヤー  
 53 第2の樹脂 (封止樹脂)  
 55 絶縁性配線基板 (プリント配線基板)  
 55a, 55b リード

- 56 Agペースト  
 57 Auワイヤー  
 58 エポキシ樹脂 (封止樹脂)  
 R 保護抵抗  
 D 第1の樹脂の厚み  
 W 複合発光素子  
 T チップLEDの高さ

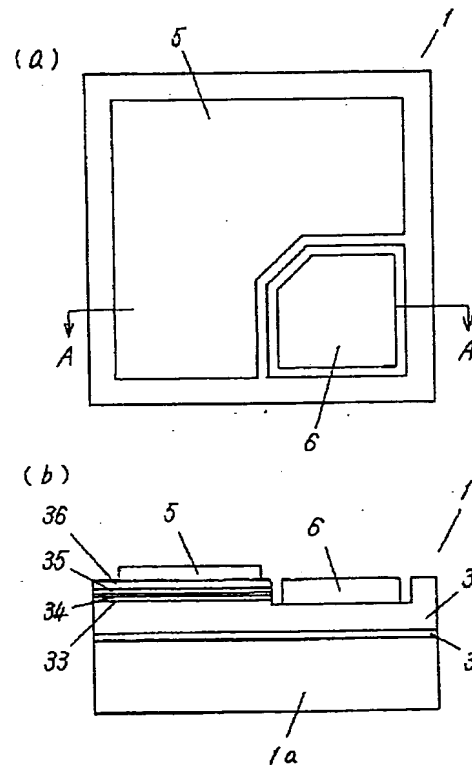
【図1】



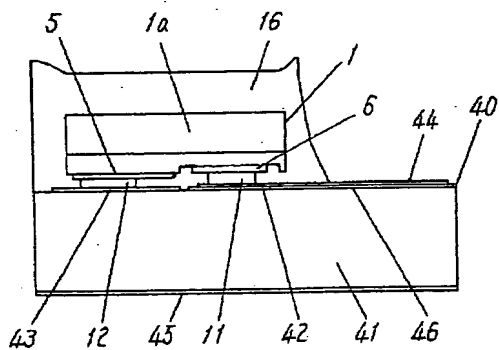
【図2】



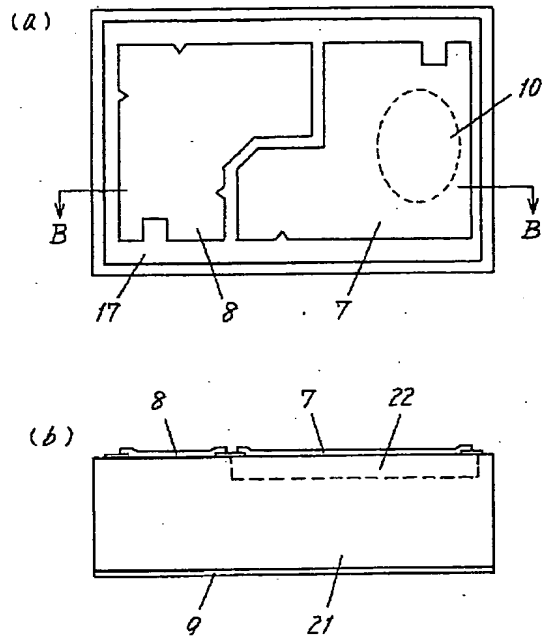
【図3】



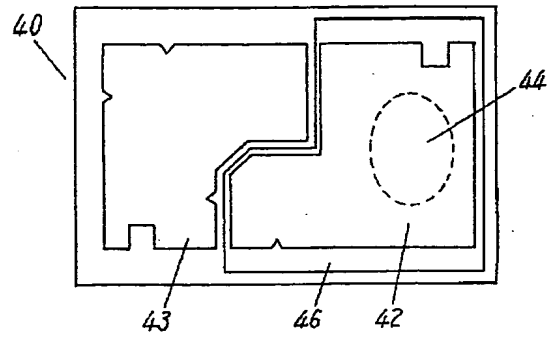
【図5】



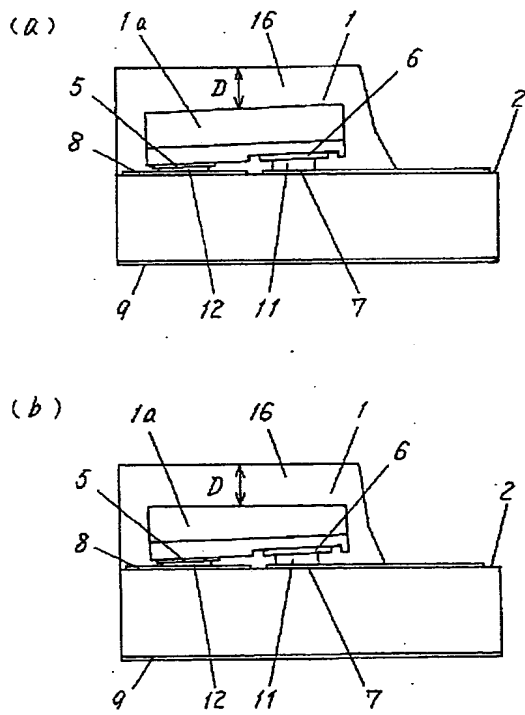
【図4】



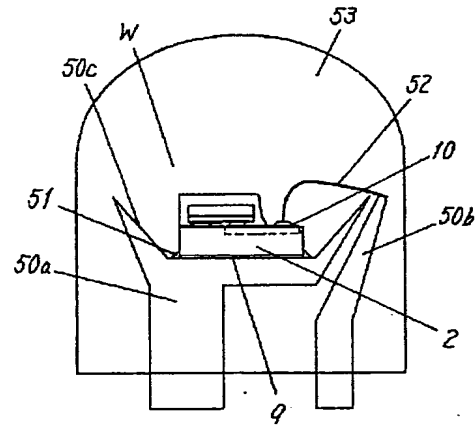
【図6】



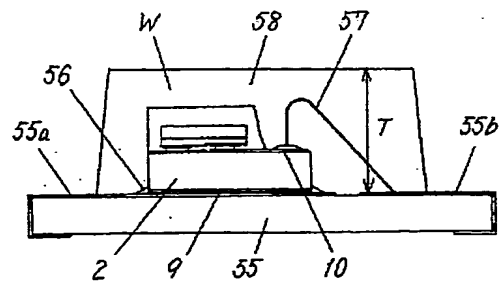
【図7】



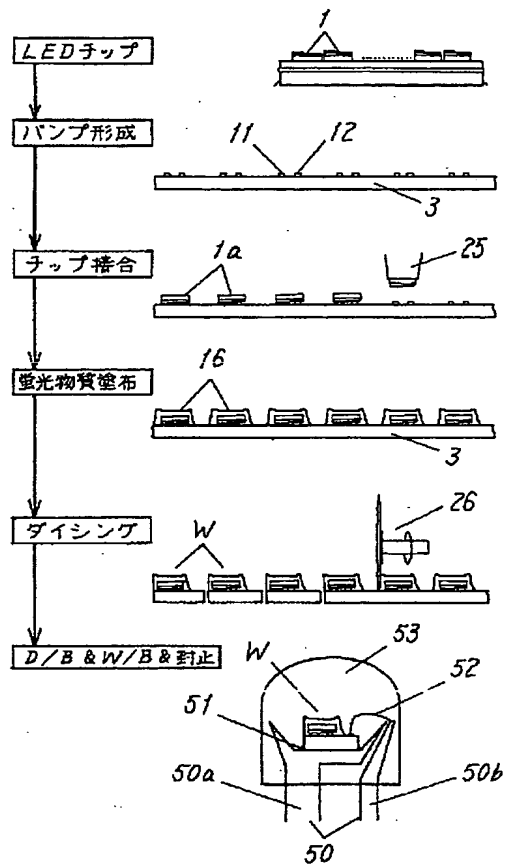
【図8】



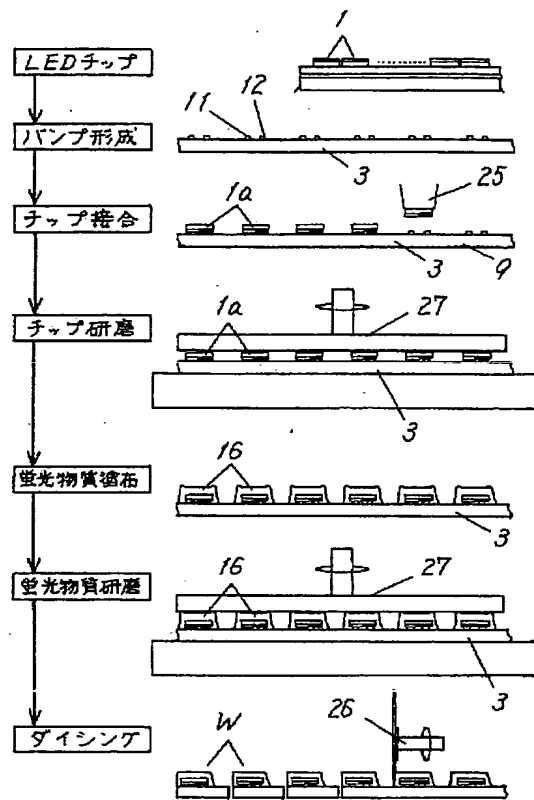
【図9】



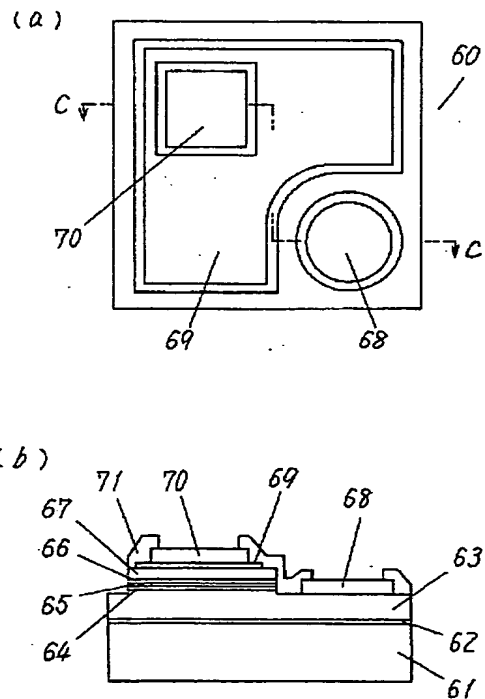
【図10】



【図11】

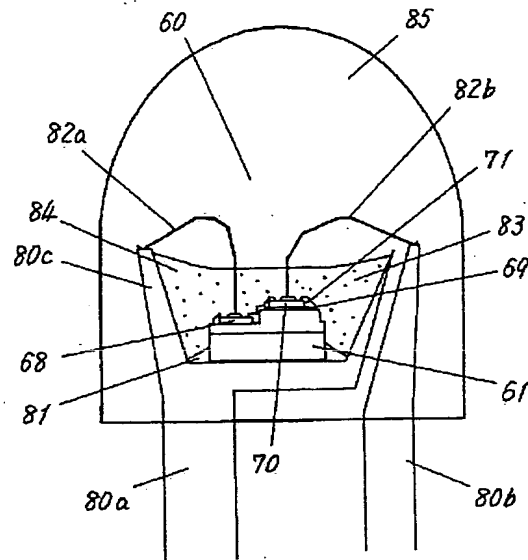


【図12】





【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 小原 邦彦  
大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業  
株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA14 AA23 AA41 CA05 CA13  
CA34 CA35 CA40 CA46 CA83  
DA02 DA04 DA07 DA09 DA18  
DA20 DA26 DA44 DA83 EE22  
EE25  
5F073 AA74 AB16 AB21 CA07 CB05  
FA13 FA30